

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Handbuch der vergleichenden Anatomie

Schmidt, Eduard Oskar

Jena, 1882

VIII. Vertebrata. Wirbelthiere

VIII. Vertebrata. Wirbelthiere.

- Hatschek, Studien über Entwicklung des Amphioxus. Wien 1881.
J. Müller, Vergleichende Anatomie d. Myxinoiden. Schriften d. Berl. Academie 1835—1845.
J. Müller, Ueber den Bau u. d. Gränzen der Ganoiden. Ebendas. 1846.
Cuvier et Valenciennes, *Histoire naturelle d. Poissons*. Paris 1828—1848.
von Siebold, Die Süßwasserfische von Mitteleuropa. 1863.
Hyrtl, *Lepidosiren paradoxa*. 1845.
Günther, *Ceratodus*. Phil. Transact. 1871.
Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleich. Anatomie der Wirbelthiere. 1865 ff.
Duméril et Bibron, *Erpétologie générale*. 1834—1854.
Schreiber, *Herpetologia europaea*. Braunsch. 1875.
Götte, Entwicklungsgeschichte der Unke. 1875.
Fritsch, Die Vögel Europas. 1858.
Huxley, *On the classification of Birds*. Proc. Zool. Soc. 1867.
Schreber, Die Säugethiere in Abbildungen. Fortgesetzt von Goldfuss u. Wagner. 1775—1855.
Giebel, Die Säugethiere in zoologischer, anatomischer und paläontologischer Beziehung. 1859.
-

Systematische Uebersicht über die Wirbelthiere.

Sie sind charakterisirt durch ein inneres Skelet und die Lagerung der Hauptorgane. Jenes ist wenigstens als ein eigenthümlicher zelliger Strang, nebst Scheide, als Rückensaite, *chorda dorsalis*, vorhanden. Oberhalb der Chorda liegt das Rückenmark, umgeben von einer Scheide. Unterhalb befindet sich der Darmkanal mit seinen Drüsen. Im Verlaufe der Entwicklung tritt bei den meisten Wirbelthieren an Stelle der Rückensaite die Wirbelsäule. Die erste Anlage des Leibes, nach Sonderung der Keimblätter, ist die mediane Rückenfurche, welche sich zum Rückenmarksröhr schliesst. Der fast ausnahmslos vorhandenen am schärfsten in der Wirbelsäule ausgesprochenen bleibenden Metamerenbildung geht eine primäre Quergliederung (Urwirbel) voraus.

I. Leptocardia. Röhrenherzen.

Einzige noch existierende Art:

Amphioxus (Branchiostoma) lanceolatus. 40—45 mm. lang; im Mittelmeer und Nordsee.

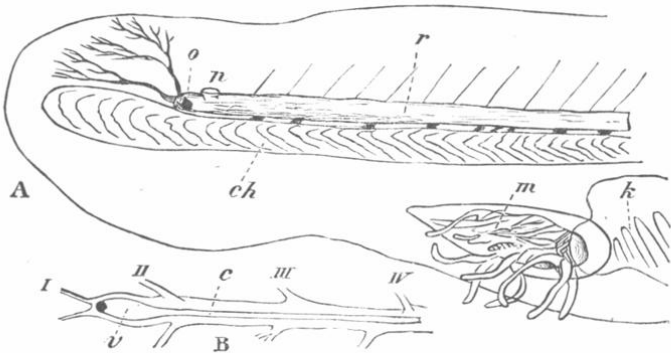


Fig. 79. A Vorderende von *Amphioxus lanceolatus*. *m* Mund mit dem sogen. Räderorgan und d. Cirrhen; *k* Kiemenhöhle; *ch* Chorda; *r* Rückenmark; *n* Riechgrube; *o* Auge.

B Vorderende des Centralnervensystems von *Amphioxus*. I—IV die vier ersten Nervenpaare; *c* Rückenmarkskanal; *v* Ventrikel; *o* Auge.

Das Skelet ist nur durch die Rückensaite und ein zartes knorpelartiges Mund- und Kiemengerüst repräsentirt. Rückenmark mit unbedeutender Gehirnanschwellung, daher kein Kopf. Eine flimmernde Grube scheint Riechorgan zu sein. Kein Herz; keine rothen Blutkörperchen. Die grösseren Gefässe pulsiren. Die seitliche Mundöffnung führt in den seitlich durchbrochenen und von einer Hautduplicatur überwölbten Kiemensack, dessen hinteres Ende in den Darm übergeht. Das Wasser wird aus jener Kiemenhöhle durch eine unpaarige am Bauche gelegene Oeffnung entleert. (Fig. 79.)

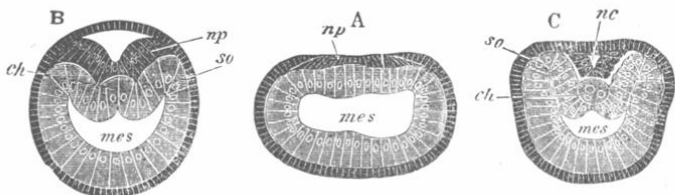


Fig. 80. Querschnitte des Embryo von *Amphioxus* (n. Kow.). *np* Nervenplatte; *nc* Rückenmarksröhr; *ch* Chorda; *mes* Urdarm; *so* Ausstülpungen des Urdarmes, deren Höhlungen zur Leibeshöhle werden.

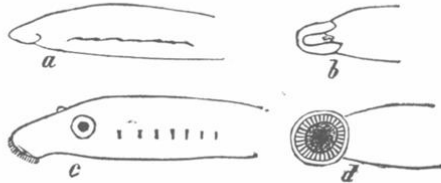
Zur Veranschaulichung der fundamental wichtigen Anlage des Rückenmarkes und der Chorda dient Fig. 80.

II. Cyclostomata. Rundmäuler.

Auch sie können, gleich den Röhrenherzen, von den Fischen, mit welchen man sie sonst zu verbinden pflegte, als eigene Klasse abgezweigt werden. Sie besitzen in Verbindung mit der knorpeligen Gehirnkapsel ein ganz eigenthümliches knorpeliges Kopf- und Kiemenskelet. Geruchsorgane paarig, mit unpaarem Nasenrachengang. Kiemen beutelförmig (*Marsipobranchia*). Mund ohne Kiefer, zum Ansaugen geschickt, kreis- oder halbkreisförmig. Keine paarigen Gliedmaassen.

1. **Ordnung.** *Hyperotreta*. Mit (vom Nasengang) durchbohrtem Gaumen. *Myxine*. *Bdellostoma*.
2. **Ordnung.** *Hyperoartia*. Mit undurchbohrtem Gaumen. *Petromyzon*. Neunauge. Vom *Petromyzon fluviatilis* ist *Ammocoetes branchialis*, Querder, die Larve. Varietäten: *P. Planeri* und *Omalii*. (Fig. 81.)

Fig. 81. Verwandlung des *Ammocoetes branchialis* in *Petromyzon Planeri* (n. Siebold). Kopfende der augenlosen Larve, *a* von der Seite, *b* von unten, *c* des entwickeltesten Neunauges v. d. S., *d* von unten.



III. Pisces. Fische.

Ihre Bewegungsorgane sind paarige und unpaarige Flossen. Sie besitzen Kiefer. Das Herz besteht aus Kammer und Vorkammer. Die Kiemen sind Blättchen, kammförmig auf knorpeligen oder knöchernen Stützen, den Kiemenbögen, angeordnet. Genitalöffnung und Mündung des Harnausführungsganges hinter dem After.

Zum vorläufigen Verständniss der Uebersicht hat man sich noch mit folgenden Eigenthümlichkeiten bekannt zu machen. Die meisten Fische tragen Schuppen. Die sich dachziegelförmig deckenden heissen Cycloidschuppen, wenn der freie hintere Rand derselben glatt, Ctenoidschuppen, wenn er gezähnt ist. Placoid-, Ganoidschuppen.

Die paarigen Flossen entsprechen als Brust- und Bauchflossen den vorderen und hinteren Extremitäten der übrigen Wirbelthiere. Die unpaarigen sind Rückenflossen in der Mittellinie des Rückens, Afterflosse in der Mittellinie des Bauches hinter dem After, und die Schwanzflosse am Ende der Wirbelsäule. Ihre knöchernen Stützen heissen Stachelstrahlen, wenn sie aus einem einzigen Stück, Weichstrahlen, wenn sie aus vielen Stücken bestehen und auch nach oben in mehrere Zweige aus einander gehen. Stachelflosser sind solche Fische, bei denen die vorderen Strahlen der Afterflosse, die vorderen Strahlen der Rückenflosse oder alle Strahlen der ersten Rückenflosse, sowie ein Strahl der Bauchflossen ungeglie-

dert sind. Bei den Weichflossern sind höchstens die zwei vorderen Strahlen der Rückenflosse ungegliedert.

Mehrere Ordnungen besitzen einen Klappendarm; seine inneren Hautlagen sind entweder in Form einer Wendeltreppe oder eines cylindrisch zusammengerollten Blattes gefaltet.

Das aus dem Körper kommende Blut, gelangt durch die Vorkammer in die Herzkammer. Bei einigen Ordnungen ist eine mit Klappenreihen ausgestattete Verlängerung der letzteren als *conus arteriosus* vorhanden. Darauf folgt der Stiel der Kiemenarterie, *truncus arteriosus*.

Die Zungenbeinhörner tragen die Kiemenhautstrahlen, über welche die Kiemenhöhle unten und zum Theil seitlich schliessende Kiemenhaut ausgespannt ist. In der Fortsetzung des Zungenbeines liegen eine Reihe Knorpel oder Knochen als Träger der Kiemenbogen. Das fünfte Paar Kiemenbogen der Knochenfische bildet, nie Kiemen tragend, die unteren Schlundknochen. Die oberen, der Schädelbasis anliegenden Theile der übrigen Kiemenbogen heissen obere Schlundknochen.

Seitlich werden die Kiemen der meisten jetzt lebenden Fische vom Kimendeckel verschlossen, meist aus vier Theilen bestehend, *operculum*, *praeoperculum*, *interoperculum*, *suboperculum*.

Von den vier Ordnungen sind aus den Selachiern als den ältesten die Ganoiden, aus diesen wiederum die Knochenfische direct ableitbar. Die vierte Ordnung, diejenige der Doppelathmer, erscheint als eine Sonderentwicklung ebenfalls der Selachier, und führt zu den Amphibien, während aus den Knochenfischen eine Entwicklung höherer Wirbelthiere nicht stattgefunden hat.

1. **Ordnung. Selachii.** Skelet grösstentheils knorpelig. Kiemen auf Kiemenbogen, nach aussen angewachsen, daher eine Reihe von Kiemenpalten. Bei den ♂ fungirt der hintere modificirte Theil der Bauchflossen als Hilfs-Begattungsorgane. Die Eileiter sind zu einem *orificium abdominale* verbunden. Vor dem sehr kurzen Arterienstiel ein *conus arteriosus*. Darm mit Spiralblatt.

A. *Holocephala*. Oberkiefer mit dem Schädel verwachsen. Nur eine Kiemenöffnung.

Chimaera. Seedrache.

B. *Plagiostomi*. Quermäuler. Mundöffnung eine Querspalte an der Unterseite der Schnauze. Jederseits 5 Kiemenöffnungen.

I. Familiengruppe. *Squali*. Haie.

Kiemenöffnungen an den Seiten des Halses. Brustflossen vom Kopf geschieden. Die Augen haben Lider mit freien Rändern.

Squatina. *Spinax*. *Mustelus*. *Galeus*. *Scyllium*. *Sphyrna*, Hammerfisch.

Unter den fossilen Haien sind die merkwürdigsten die *Cestraciontes* (auch lebend) und *Hybodontes*.

II. Familiengruppe. *Rajidae*. Rochen.

Der Kopf und die seit- und vorwärts ausgebreiteten Flossen bilden eine Scheibe, an deren Unterseite die Kiemenlöcher.

Trygon. Raja. Torpedo. Pristis.

2. Ordnung. *Ganoidei*. Glanzschupper. Besitzen einen *conus arteriosus*. Freie Kiemen mit Kiemendeckel. Darm mit Spiralklappe. Die Sehnerven gehen nicht kreuzweise über einander (bilden kein Chiasma). Schuppen meist rhombisch, mit starker Schmelzschicht. Die Eier werden durch Tuben aus der Bauchhöhle geführt.

A. *Chondrostei*. Skelet zum Theil knorpelig.

I. Familiengruppe. *Accipenserini*. Störe.

Körper mit Knochenschildern bedeckt.

Accipenser, Stör. Mund quer unterhalb der mehr oder weniger verlängerten Schnauze, zahnlos. *A. sturio; huso; ruthenus*.

Nackt ist die, eine eigene Familie bildende *Spatularia*, Spatelfisch.

B. *Holostei*. Skelet knöchern. Nur wenige lebende Gattungen mit rhombischen, mit der ganzen Unterfläche angehefteten Schuppen. Die meisten Familien fossil von den devonischen Schichten (*Cephalaspides*) bis in die Kreide (*Pycnodontes*).

Lepidosteus. Polypterus. Amia.

3. Ordnung. *Dipnoi*. Doppelathmer. Lurchfische. Beschuppte Fische mit Kiemen und Lungen (Schwimmlase). Nasenlöcher öffnen sich in die Mundhöhle. Skelet knorpelig, mit bleibender Chorda. Arterienstiel mit Quer- oder Längsklappen. Spiralklappe des Darmes.

1. Unterordnung. *Ceratodontini*.

Conus arteriosus mit quergestellten Klappen. Schwimmlase unvollständig getheilt. Die Tuben öffnen sich in die Bauchhöhle. *Ceratodus*. Australien. Fossil in Trias und Jura.

2. Unterordnung. *Protopterini*.

Conus arteriosus mit zwei Längsfalten. Schwimmlase paarig. Ausführungsgänge der Eierstöcke unmittelbare Fortsetzungen der Ovarialsäcke.

Protopterus, Afrika. *Lepidosiren*, Brasilien.

4. Ordnung. *Teleostei*. Knochenfische. Kiemen aussen frei, kammförmig (mit Ausnahme der Lophobranchier) mit Kiemendeckel. Arterienstiel ohne Muskelbeleg, mit 2 Klappen. Skelet knöchern. Die Sehnerven bilden ein Chiasma.

1. Unterordnung. *Lophobranchii*. Büschelkiemer.

Schnauze röhrenförmig verlängert. Kiemen büschelförmig; Kiemendeckel gross, aber bis auf eine kleine, zum Abfluss des Wassers

dienende Oeffnung von der Haut überzogen. Körper kantig und beschient.

Syngnathus, Meernadel. *Hippocampus*, Seepferdchen.

2. Unterordnung. *Pectognathi*. Haftkiefer.

Diese auch durch ihre bestachelte oder panzerartige Hautbedeckung abweichenden Fische zeichnen sich durch die enge Verwachsung der Oberkiefer mit den Zwischenkiefern aus. Kiemenspalt eng.

Ostracion, Kofferfisch. *Diodon*. *Orthogoriscus*, Mondfisch.

3. Unterordnung. *Physostomi*.

Weichflosser, deren Bauchflossen, wenn vorhanden, abdominal sind (am Bauche stehen), und deren Schwimmblase einen in den Schlund einmündenden Luftgang besitzt.

I. Familiengruppe. *Physostomi apodes*.

Keine Bauchflossen. *Gymnotus*, Zitteraal. *Amphiprions*. *Muraena*, Aal. Geht im Herbst zum Laichen ins Meer. Im Frühjahr die Aalbrut in die Flüsse.

II. Familiengruppe. *Physostomi abdominales*.

Mit Bauchflossen. Dahin die Familien *Clupeidae*. *Esoces*. *Salmones*. *Cyprinoidei*. *Siluroidei*. (Häringe. Hechte. Lachse. Karpfen. Welse.)

4. Unterordnung. *Pharyngognathi*.

Theils Weichflosser, theils Stachelflosser, deren untere Schlundknochen mit einander verwachsen sind. Bauchflossen entweder am Bauch oder an der Brust. Schwimmblase ohne Luftgang.

Belone, Hornhecht. *Erocoetus*, Fliegender Fisch. *Scarus*. *Labrus*. *Julis*.

5. Unterordnung. *Anacanthini*.

Weichflosser, deren Schwimmblase, wenn vorhanden, ohne Luftgang ist; deren Bauchflossen, wenn vorhanden, unter oder vor den Bauchflossen stehen, und deren Schlundknochen getrennt sind.

I. Familie. *Gadoidei*. Schellfische.

Die spitzen Bauchflossen stehen an der Kehle. Meist 2 bis 3 Rückenflossen und 1 bis 2 Afterflossen. Körper gestreckt. Gefräßige, stark bezahnte Raubfische.

Gadus (*G. callarias* = *G. morrhua*, Dorsch, Cabeljau). *Lota*, Quappe.

II. Familie. *Pleuronectides*. Seitenschwimmer. Schollen.

Die einzigen unsymmetrischen Wirbelthiere, indem die Augen auf derselben Körperseite stehen. Letztere ist allein gefärbt und nach

oben gekehrt. Bei den jungen Thieren ist die Stellung der Augen normal ¹⁾. Körper auffallend hoch und zusammengedrückt.

Platessa. Hippoglossus. Solea.

6. Unterordnung. *Acanthopteri*. Stachelflosser.

Stachelflosser mit getrennten unteren Schlundknochen. Die Bauchflossen meist bei den Brustflossen. Schwimmblase, wenn vorhanden, ohne Luftgang. (Die meisten *Acanthopterygii* Cuvier's.)

Unter den zahlreichen, gegen 30, Familien dürften als besonders wichtige hervorzuheben sein: *Pediculati* (*Lophius, Malthea*), *Gobioidi*, *Scombroidei* (*Brama, Zeus, Thynnus, Scomber*), *Mugiloidei*, *Labyrinthici*, *Cataphracti* (*Sebastes, Cottus, Dactylopterus, Trigla*), *Percoidei* (*Lucioperca, Perca, Serranus*).

IV. Amphibia. Lurche.

Haut nackt. Am Hinterhaupt 2 Gelenkhöcker. Die Rippen sind kurz oder fehlen ganz. Ein äusserer Gehörgang fehlt; das Ohr ist immer ohne Schnecke. Das Herz besteht aus 2 Vorkammern und 1 Kammer. Sie machen eine Verwandlung durch und alle athmen wenigstens während des Larvenzustandes durch Kiemen, während einige zeitlebens neben den sich später entwickelnden Lungen die Kiemen behalten.

1. Ordnung. *Caudata*. Geschwänzte. Körper verlängert, mit langem Schwanz und 4, seltener 2 Gliedmassen. Bei der Verwandlung treten die Vorderfüsse zuerst hervor.

a) Mit bleibenden Kiemen (*Perennibranchiata*): *Proteus*.

b) Mit einem bleibenden Kiemenloche (*Derotreta*) *Amphiuma*.

c) Mit schwindenden Kiemen: *Triton*. Wassermolch. *Salamandra*. Erdmolch. Hierher noch die amerikanische Gattung *Amblystoma*. Als eine Larve einer der Arten derselben hat sich der Axolotl (*Siredon pisciformis*) erwiesen.

2. Ordnung. *Apoda*. Fusslose. Körper wurmförmig verlängert, ohne Füsse und Schwanz. Afteröffnung fast am Ende. Körperbedeckung geringelt. Wirbel denen der Fische ähnlich. In der Jugend Kiemenlöcher am Halse.

Coecilia, Blindwühl. *Siphonops* ²⁾.

1) Das Auge der späteren blinden Seite scheint in den meisten Fällen oberflächlich zu wandern, unter Resorption, resp. Neubildung des umgränzenden Gewebes, wozu eine Drehung des Stirnbeines kommt. In einem Falle beobachtete Agassiz Wanderung des Auges unter dem Gewebe, Verschluss der alten, Bildung einer neuen Augenöffnung. Die Behauptung Steenstrup's, dass das Auge unter dem Stirnbein auf die andere Seite passire, ist nicht bestätigt.

2) Aus dem Verhalten gewisser Muskeln u. A. schliesst Wiedersheim (Anat. d. Gymnophionen, 1879), dass die Blindwühle von Urodelen abstammen; wahrscheinlich ein Ueberrest der Microsaurier (Kohle).

3. **Ordnung. *Ecaudata*.** Schwanzlose. Frösche. Körper kurz, schwanzlos. Zwei Paar Gliedmassen. Die geschwänzten, fusslosen Larven haben einen Hornschnabel. Bei der Verwandlung erscheinen zuerst die Hinterbeine.

Ranae, Frösche. *Pelobates*. *Alytes*. *Rana*. *Bombinator*.
Hylae, Laubfrösche. (Der lebendig gebährende *Hylodes martinicensis*.) *Bufones*, Kröten.

Ganz der Vorzeit angehörige amphibienartige Thiere sind die *Gonocephala*, Schmelzköpfe, mit *Archegosaurus*, und die Labyrinthodonten, Wickelzähner, mit *Mastodonsaurus* u. a.

Die folgenden Klassen (*Amniota*) zeichnen sich vor den vorhergehenden (*Anamnia*) durch eine embryonale Hülle, das Amnion oder die Schafhaut aus, welche unmittelbar aus der Keimanlage hervorgeht. Ein zweites Embryonalorgan, die Allantois, fehlt bei den Anamnioten nicht ganz, erreicht hier aber eine besondere Entwicklung und vermittelt die embryonale Athmung und Ernährung. Nie athmen die Amnioten durch Kiemen.

V. Reptilia. Reptilien.

Sie sind eng mit den Vögeln verwandt und besitzen mit ihnen, im Gegensatz zu den Säugern, einen einfachen oder dreilappigen Hinterhauptthöcker, einen aus zahlreichen Stücken (bis 12) zusammengesetzten Unterkiefer, welcher durch das sogenannte Quadratbein mit dem Schädel articulirt, ferner kernhaltige Blutkörperchen. Sie haben keine Milchdrüsen. Die Dotterfurchung ist eine partielle. Die Schuppenbildung der Reptilien einerseits (obgleich auch die Feder nach ihrer Anlage mit der Schuppe übereinstimmt), die Flügelbildung der Vögel andererseits sind hinlänglich anerkannt gröbere Unterscheidungszeichen der beiden Klassen, welche von Huxley als *Sauropsidae*, von Haeckel als *Monocondylia* zusammengefasst werden.

1. **Ordnung. *Sauria*.** Eidechsen. Körper beschuppt oder beschildert, meist mit Füßen zum Gehen oder Klettern. Augenlider beweglich. Nasenlöcher getrennt. Trommelfell sichtbar. Quadratbein beweglich. Herzkammer unvollständig getrennt.

1. Unterordnung. *Annulata*. Ringelechsen.

Statt echter Schuppenbildung bloß eine Ringelung und Felderung der Haut. Körper wurmförmig, mit kurzen Füßen oder fusslos.

Amphisbaena.

2. Unterordnung. *Squamata*. Schuppenechsen.

Körper mit Schuppen, seltener mit Schildern oder Knochenplatten. Unter den zahlreichen Familien die:

Scincoidea. *Lacertina*. *Ascalabotae*. *Camaeleontes*.

2. **Ordnung. *Serpentes*.** Schlangen. Stehen in engster Verbindung mit den Eidechsen, aus denen sie unter Verkümmern

und Schwund der Beine und damit zusammenhängenden andern Aenderungen hervorgegangen sind. Keine Augenlider. Quadratbein beweglich. Unterkieferhälfte nur durch dehnbare Bandmasse verbunden.

I. Familiengruppe. *Opoterodonta*.

Nur in einem Kiefer, oben oder unten, Zähne. Kleine wurmförmige giftlose Schlangen, von Ameisen und Termiten lebend.

Typhlops. *Stenostoma*.

II. Familiengruppe. *Aglyphodonta*.

In beiden Kiefern nur derbe furchenlose Zähne. Giftlos.

Python. *Boa*. *Tropidonotus*. (*T. natrix*, Ringelnatter.) *Coronella*. (*C. laevis*, glatte Natter.)

III. Familiengruppe. *Opisthoglypha*.

Hinter den glatten und furchenlosen Zähnen des Oberkiefers stehen ein oder mehrere, an der Vorderseite mit einer Furche versehene Zähne, an deren Wurzel der Ausführungsgang der in der Schläfengegend gelegenen Giftdrüse mündet.

Dryophis.

IV. Familiengruppe. *Proteroglypha*.

Der Oberkiefer trägt vorn gefurchte Giftzähne, dahinter derbe Zähne.

Naja. *Hydrophis*.

V. Familiengruppe. *Solenoglypha*.

Vipera. (*V. ammodytes*, Sandvipere.) *Pelias* (*P. berus*, Kreuzotter.) *Crotalus*, Klapperschlange.

3. **Ordnung. *Chelonidae*.** Schildkröten. Körper geschützt durch eine aus Rücken- und Bauchschild bestehende Kapsel, deren knöchernen Theile meist dem Hautskelet angehören, jedoch auch mit Theilen der Wirbelsäule unmittelbar verschmelzen. Kiefer mit Hornscheiden.

Chelonia, Seeschildkröte. *Trionyx*, Flussschildkröte. *Emys*, Sumpfschildkröte. *Testudo*, Landschildkröte.

4. **Ordnung. *Loricata*. *Crocodylina*.** Crocodile. Kopf von einer ununterbrochenen dicken, den Schädelknochen unmittelbar aufliegenden Haut bedeckt. In den übrigen Hautbedeckungen Knochenschilder. Trommelfell unter einer häutigen beweglichen Klappe. Zunge angewachsen. Zähne in eigenen Alveolen. Herzkammern vollständig getrennt.

Alligator. *Crocodylus*. *Rhamphostoma*.

Zu diesen, die heutige Erde bevölkernden und zum Theil (Saurier) schon aus sehr frühen Perioden stammenden Reptilien kommen noch mehrere höchst wichtige ganz ausgestorbene Gruppen, welche die ungemeine Biegsamkeit des einst weit mächtigeren und enger mit den Amphibien, zum Theil auch noch mit den Fischen verbundenen Reptilientypus zeigen und auch das Hervorgehen der Vögel aus demselben in einigen Gattungen erläutern helfen. Wir führen einige Gruppenrepräsentanten an: *Ichthyosaurus*, *Plesiosaurus*, *Dicynodon*, *Pterodactylus*, *Iguanodon*, *Compsognathus*.

Eine sehr merkwürdige Ordnung sind die in Südafrika in triassischen Lagern gefundenen *Theriodontia* Owen (*Lycosaurus*, *Cynodracon*) mit raubthierähnlichem Gebiss.

VI. Aves. Vögel.

Federn. Flügel. Oberer Fusswurzeltheil mit dem Unterschenkel, unterer mit dem Mittelfuss verschmolzen. Zwischen Unterkiefer und Schädel das bewegliche Quadratbein. Alle Eigenthümlichkeiten der Vögel ergeben sich aus specieller Weiterentwicklung des Organismus des Reptils.

1. Unterklasse. *Odontornithes*. Zahnvögel ¹⁾.

Vögel mit Zähnen im Ober- und Unterkiefer.

1. **Ordnung.** *Ichthyornithes*. Fisch-Vögel. Zähne in getrennten Gruben. Wirbel biconcav. Brustbein mit Kiel. Flügel wohl entwickelt. *Ichthyornis*, einige Arten von Taubengröße.

2. **Ordnung.** *Odontolcae*. Zähne in gemeinschaftlicher langer Grube. Wirbel wie bei den heutigen Vögeln. Brustbein ohne Kiel. Flügel rudimentär.

Hesperornis. (*H. regalis*. Von der Schnabelspitze bis ans Ende der Zehen 5 bis 6 Fuss lang.)

Von beiden Ordnungen von Schwimmvögeln bis jetzt über 20 Arten aus der oberen Kreide von Cansas.

3. **Ordnung.** *Saururæ*. Eidechsenvögel. Wirbelsäule in einen längeren freien Schwanz ausgehend, besetzt mit zwei Reihen von Steuerfedern. Mittelhandknochen getrennt. *Archaeopteryx* aus dem Oolith von Solenhofen.

2. Unterklasse. *Aves s. str.* Vögel der Jetztwelt.

4. **Ordnung.** *Urinatores*. Kurzflügler. Schnabel comprimirt, hart und spitz. Flügel kurz, zuweilen statt der Federn mit Schüppchen bedeckt und hängend. Beine sehr weit nach hinten gerückt. Lauf kurz, kräftig, mit körniger Haut oder theilweise getäfelt.

¹⁾ Marsh, *Odontornithes*. A Monograph of the extinct toothed birds of North America. 1880.

Vorderzehen mit Schwimmhäuten; Innenzehe nach hinten gerichtet, fehlt zuweilen.

Aptenodytes, Pinguin. *Uria*, Lumme. *Mormon*, Papageitaucher. *Alca*, Alk. *Podiceps*, Steissfuss. *Colymbus*, Taucher.

5. **Ordnung.** *Longipennes*. Langflügler. Schnabel seitlich zusammengedrückt und mit mehr oder weniger zackiger Kuppe. Nasenlöcher spaltförmig oder in Röhren verlängert. Flügel lang, spitz. Schienen bis zum Fersengelenk befiedert. Lauf ziemlich hoch, mit körniger Haut oder mit Schildern, selten mit langen Schienen (gestiefelt). Vorderzehen durch Schwimmhäute verbunden. Innenzehe nach hinten gerichtet, klein, oder fehlend.

Sterna, Seeschwalbe. *Larus*, Möve. *Procellaria*, Sturmvogel. *Diomedea*, Albatross.

6. **Ordnung.** *Steganopodes*. Ruderfüsser. Oberschnabel mit einer Furche jederseits, worin das kleine Nasenloch liegt. Flügel mässig, mit langen spitzen Schwingen. Schienen bis zum Fersengelenk befiedert. Lauf körnig. Innenzehe nicht nach hinten gerichtet, mit den übrigen durch vollständige Schwimmhaut verbunden.

Phaeton, Tropikvogel. *Phalacrocorax*, Cormoran. *Sula*, Tölpel. *Pelecanus*, Pelican.

7. **Ordnung.** *Anatides*. Entenartige Vögel. Schnabel weichhäutig, nur an der Spitze hart, Ränder gesägt oder gezähnt. Zunge fleischig, meist am Rande gezähnt. Flügel mässig lang. Schienen bis zum nackt bleibenden Fersengelenk befiedert. Lauf meist kurz mit körniger Haut, Vorderzehen durch ganze Schwimmhäute verbunden. Innenzehe nach hinten gerichtet.

Anas, Ente. *Mergus*, Sägetaucher. *Anser*, Gans. *Cygnus*, Schwan. *Phoenicopterus*, Flamingo.

8. **Ordnung.** *Ciconiae*. Storchartige Vögel. Schnabel an der Basis meist so hoch und breit, und länger als der Kopf, bis an die Basis hornig, ohne Wachshaut. Augengegend, Zügel, zuweilen der ganze Kopf nackt oder mit eigenthümlichen Federn. Hals und Beine in der Regel sehr verlängert. Der untere Theil der Schienen und der Lauf vorn und hinten genetzt oder vorn quer getäfelt. Hinterzehe auftretend, lang, Vorderzehen mit breiter Bindehaut.

Ciconia, Storch. *Ardea*, Reiher. *Ibis*, Ibis. *Platulea*, Löffelreiher.

9. **Ordnung.** *Grallae*. Wadvögel. Schnabel schlank, vom Kopfe deutlich abgesetzt oder dick und kürzer als der Kopf, am Grunde von weicher Haut, nur an der Spitze mit einer Hornkuppe bedeckt. Zügel meist dicht befiedert, selten nackt oder abweichend

befiedert. Hals meist im Verhältniss zu den Beinen verlängert. Schienen fast immer im unteren Theil nackt. Lauf verlängert, vorn und hinten mit Querschildern, oder vorn quer, hinten sechseckig getäfelt, selten hinten oder vorn und hinten getetzt.

Grus, Kranich. *Gallinula*, Rohrhuhn. *Fulica*, Wasserhuhn. *Crex*, Schnarre. *Otis*, Trappe. *Vanellus*, Kiebitz. *Charadrius*, Regenpfeifer. *Machetes*, Kampfhahn. *Scolopax*, Schnepfe.

10. **Ordnung.** *Brevipennes*. Straussenartige Vögel. Schnabel meist platt, Oberschnabel vorragend, mit seitlicher Furche, in welcher weit nach vorn die Nasenlöcher liegen. Hals lang. Flügel rudimentär. Schwingen weich, zum Flug untauglich. Schienen im obern Theil dick, nur hier befiedert. Lauf verlängert, vorn mit Halbringen, hinten mit kleinen Schildern, seitlich mit Körnern. Zehen verhältnissmässig kurz, zwei bis vier, Nägel breit, platt.

Struthio, Strauss. *Rhea*, Nandu, amerikan. Strauss. *Dromaeus*, neuholländischer Casuar. *Casuarus*, indischer Casuar. *Dinornis*. *Palapteryx*. *Aepyornis*. *Apteryx*, Kiwi.

11. **Ordnung.** *Rasores*. Hühner. Schnabel selten länger als der halbe Kopf, an der Spitze mit einem kuppenförmig abgesetzten Nagel, Ränder übergreifend; Basis mit einer harten Nasenklappe und kleiner weicher Wachshaut. Flügel kurz. Schienen in der Regel ganz befiedert. Lauf vorn mit kurzen Halbringen, hinten mit sechseckigen Tafeln, zuweilen befiedert. Nägel platt, stumpf.

Meleagris, Truthahn (Am.). *Numida*, Perlhuhn (As.). *Pavo*, Pfau (As.). *Gallus*, Huhn (As.). *Phasianus*, Fasan (As.). *Coturnix*, Wachtel. *Perdix*, Rebhuhn. *Tetrao*, Waldhuhn. *Syrnaptus*, Steppenpfeifer.

12. **Ordnung.** *Columbae*. Tauben. Schnabel gerade, comprimirt, nur an der gewölbten Kuppe mit einer hornigen Scheide. Schnabelränder nicht übergreifend. Die Basis mit einer weichen Haut bedeckt, in welcher unter einer Klappe die Nasenlöcher liegen. Zunge weich. Schienen und zuweilen der obere Theil des Laufs befiedert. Lauf vorn meist mit kurzen Quertafeln. Nägel stumpf, comprimirt.

Palumbus, Ringeltaube. *Columba*, Taube. *Turtur*, Turteltaube. *Didunculus*. *Didus*, Dronte.

13. **Ordnung.** *Raptatores*. Raubvögel. Schnabel mehr oder weniger gekrümmt, mit hakig übergreifendem Oberschnabel, an seiner Basis mit einer, die Nasenlöcher enthaltenden Wachshaut. Schienen bis zur Ferse befiedert. Lauf zuweilen theilweise befiedert, mit Tafeln oder Schildern hedeckt. Innenzehe nach hinten gerichtet, in gleicher Höhe mit den übrigen Zehen, am Grunde

fast immer mit kurzer Bindehaut (geheftet). Krallen kräftig, spitz, gekrümmt.

Vultur, Geier. *Falco*, Falk. *Gypogerys*, Secretär. *Strix*, Eule. *Bubo*, Uhu.

14. **Ordnung.** *Passerinae*. Sperlingsvögel. Schnabel verschieden gestaltet, ohne Wachshaut. Schienbein bis zur Ferse befiedert. Lauf vorn stets mit grösseren (meist 7) Tafeln, die zuweilen mit denen der Laufseiten zu einem „Stiefel“ verwachsen, seltener an der Seite mit Körnern. Füsse gracil; Innenzehe nach hinten gerichtet, stärker und länger als die zweite Zehe. Die beiden äusseren Zehen im ganzen ersten Gliede mit einander verbunden (Schreitfüsse). An der Theilungsstelle der Luftröhre ein Singmuskelapparat.

1. Unterordnung. *Oscines*. Singvögel.

Unterer Kehlkopf vollständig unter Theilnahme der Luftröhre und Bronchien gebildet, meist mit fünf Paar auf vorn und hinten vertheilten Muskeln.

Familie: *Corvidae*, Raben. *Sturnidae*, Staare. *Paridae*, Meisen. *Certhiidae*, Baumläufer. *Troglodytidae*, Zaunschlüpfer. *Lamidae*, Würger. *Oriolidae*, Pirole. *Muscicapidae*, Fliegenschnäpper. *Hirundinidae*, Schwalben. *Turdidae*, drosselartige Vögel. *Sylviidae*, Grasemücken. *Alaudidae*, Lerchen. *Motacillidae*, Bachstelzen. *Fringillidae*, Finken.

2. Unterordnung. *Clamatores*. Schreibvögel.

Unterer Kehlkopf entweder nur von der Luftröhre gebildet, oder einfach nur mit seitlichen Muskeln.

Aussereuropäische, meist amerikanische Vögel. Darunter die *Menurides*, *Dendrocolaptidae*.

15. **Ordnung.** *Cypselomorphae*. Mauerschwalben-ähnliche Vögel. Schnabel entweder flach, über doppelt so breit als lang, mit weitem Spalt, oder dünn, röhrenförmig verlängert. Vorderarm und Hand viel länger als der Oberarm (*Macrochires*). Schienen und oberer Theil des Laufs befiedert. Schilder des Laufs undeutlich oder ganz fehlend. Füsse schwach, kaum zum Gehen tauglich.

Trochilus, Kolibri. *Cypselus*, Mauerschwalbe. *Caprimulgus*, Ziegenmelker.

16. **Ordnung.** *Pici*. Spechte. Schnabel gerade, conisch verlängert, ohne Wachshaut. Zunge dünn, vorstreckbar. Schienen bis zur Ferse befiedert. Lauf vorn mit einer Reihe querrer Schilder. Mittelzehen am Grunde verbunden. Die nach hinten gerichtete Innenzehe klein, die äussere Zehe nach hinten gewandt.

Picus, Specht. *lynx*, Wendehals.

17. **Ordnung.** *Coccygomorphae*. Kukukartige Vögel. Schnabel verlängert, verschieden gestaltet, zuweilen beweglich mit dem

Schädel verbunden. Schienen meist bis zur Ferse befiedert. Lauf genetzt und getäfelt. Mittelzehen am Grunde geheftet oder frei; die äussere eine Wendezehe oder stets nach vorn oder hinten gewandt, oder die zweite mit der innern nach hinten gewandt, oder die innere eine Wendezehe.

Coracias, Blauracke. *Upupa*, Wiedehopf. *Alcedo*, Eisevogel. *Buceros*, Nashornvogel. *Cuculus*, Kukuk. *Ramphastus*, Pfefferfreser.

18. **Ordnung.** *Psittaci*. Papageien. Oberschnabel stark gekrümmt, kürzer als hoch, an der Basis mit einer Wachshaut, in einem queren Einschnitt beweglich mit dem Schädel verbunden. Zunge dick, fleischig. Schienen bis zur Ferse befiedert. Lauf mit netzförmig verbundenen Täfelchen. Mittelzehen an der Basis geheftet; die äussere und die innere nach hinten gewandt.

VII. Mammalia. Säuger¹⁾.

Haut meist mit Haaren bedeckt. Hinterhaupt mit doppeltem Gelenkhöcker. Kiefer fast immer mit Zähnen²⁾. Der Unterkiefer articulirt direct am Schläfenbein. Herzvorkammern und Kammern vollständig getrennt. Zwerchfell vollständig. Milchdrüsen.

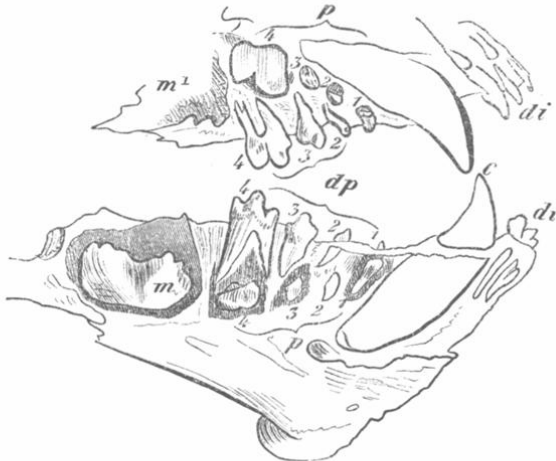


Fig. 82. Milchgebiss des Bären.

1) Ueber fossile Säuger das vortreffliche Werk von Gaudry, *Les enchainements du Monde animal. Mammifères*. 1877. Dazu Rüttimeyer, W. Kowalewsky u. A.

2) Die Zähne werden nach Stellung und Form unterschieden als Schneidezähne i, Eckzähne c, Praemolaren (vordere Backzähne) p und Molaren m. Dem definitiven Gebiss geht oft ein Milchgebiss voran, dessen Zähne man mit d — dentes decidui — bezeichnet, z. B. di¹, innerer, erster Milch-Schneidezahn. Die Praemolaren sind die Ersatzzähne für die Backzähne des Milchgebisses, während die Molaren nach und nach ohne Wechsel hinzutreten. Die vielfach übliche, von Cuvier

A. *Ornithodelphia*.

Der Ausführungsgang des Harn- und Geschlechtsapparates (Urogenitalkanal) vereinigt sich mit dem Enddarm zu einer Kloake.

1. Ordnung. *Monotremata*. Kloakenthiere. Nur Hornzähne oder ganz zahnlos. Milchdrüsen ohne Zitzen. Nur zwei Arten dieser ältesten bekannten Säuger sind übrig: *Ornithorhynchus paradoxus*, Schnabelthiere (Neu-Süd-Wales. Van Diemensland) und *Echidna hystrix*, Ameisenigel (Van Diemensland). Fossile Verbindungsglieder zwischen ihnen und niederen Wirbelthieren fehlen noch gänzlich.

B. *Didelphia*.

Wie bei den vorigen besteht auch bei ihnen keine innige Verbindung zwischen Frucht und Mutter (*Aplacentalia*). Vagina meist in 2 Gänge gespalten. Die Zitzen liegen in einem von 2 Knochen gestützten Beutel oder unter Hautfalten; an ihnen sich festsaugend werden die unreif die Gebärmutter verlassenden Jungen ausgetragen.

2. Ordnung. *Marsupialia*. Beutelthiere. Diagnose unter B. Eine wahrscheinlich aus monotremenartigen Säugern hervorgegangene Abtheilung. Von ihnen sind heute noch mannigfaltige Bruchstücke vorhanden, geographisch fast ausschliesslich auf Australien isolirt, welche durch verschiedenartige Anpassungen einen merkwürdigen Parallelismus mit den übrigen Ordnungen zeigen, ohne dass an durchgehende speciellere Verwandtschaft gedacht werden kann. In Europa sind die Beutler nach dem unteren Miocen verschwunden.

1. Unterordnung. *Rapacia*. Fleischfressende Beutler.

Schneide-, Eck- und Backzähne in beiden Kinnladen.

Thylacinus. *Dasyurus*, Beutelmarder. *Perameles*, Beuteldachs. *Didelphys*, Beutelratte. In diese Abtheilung eine Reihe fossiler Gattungen, darunter *Thylacoleo* (Australien) von Löwengrösse. Uebergangsformen zu den *Carnivora placentalia* sind nach dem Gebiss die fossilen *Hyänenodon* und *Pterodon*, nach der Art des Zahnwechsels vielleicht wirkliche *Placentalen*.

2. Unterordnung. *Carpophaga*. Fruchtfressende Beutler.

Oben grosse Schneidezähne, unten je ein meisselförmiger. Oben immer Eckzähne. An den Hinterfüssen Daumen.

Phalangista, Kusu. *Petaurus*, Flugbeutler. *Phascolarctos*, Koala.

eingeführte Bezeichnung der Backzähne als Lückenzähne, Reisszahn, wahre Backzähne stimmt nicht mit den obigen, auf dem Zahnwechsel beruhenden und daher natürlicheren Benennungen von Owen überein.

Ueber das Verhältniss der Zahnsubstanzen, Dentin, Schmelz, Cement, unten.

3. Unterordnung. *Poephaga*. Grasfressende Beutler. Kängurus.

Untere Schneidezähne (2) meisselförmig, horizontal. Hinterbeine meist auffallend stärker entwickelt als die vorderen.

Hypsiprymnus. *Macropus*. Fossil *Diprotodon*.

4. Unterordnung. *Rhizophaga*. Wurzelfressende Beutler.

Oben und unten jederseits ein meisselförmiger Schneidezahn. Keine Eckzähne.

Phascolomys, Wombat.

C. *Monodelphia*.

Die folgenden Ordnungen, welche die Hauptmasse des gegenwärtigen Bestandes der Säuger ausmachen, treten geologisch nach den Beutlern auf und zeichnen sich durch eine innige Verbindung zwischen Frucht und Mutter mittelst der Placenta aus (*Placentalia*). Je nachdem bei der Geburt die Schleimhaut des Fruchthalters nicht abgestossen oder zugleich mit den Eihüllen abgestossen wird, zerfallen die Ordnungen in 2 Gruppen, *Adeciduata* und *Deciduata*.

I. *Adeciduata*.3. Ordnung. *Edentata*. Zahnarme. Zähne unvollkommen, ohne Wurzel und Schmelz. Vorderzähne fehlen ganz, mit Ausnahme von *Dasyus sexcinctus*. Ihre Blüthe fällt in die Diluvialzeit Amerika's, während welcher sie sich zu colossalen Formen entwickelt hatten, jedoch erscheint die genealogische Zusammengehörigkeit aller Gattungen, welche man zu den Zahnarmen zählt, zweifelhaft.

Familien: *Bradipoda*. Faulthiere. Kopf affenähnlich. Vordergliedmaassen länger. Grobes Haar. *Bradypus*. *Choloepus*. *Gravigrada*, Riesenfaulthiere. *Megatherium*. *Myiodon*. *Cingulata*, Gürtelthiere. *Dasyopus*. *Chlamydophorus*. Das fossile *Glyptodon*. *Vermilinguia*, Wurmzüngler. *Orycteropus*, afrikanischer Ameisenbär. *Myrmecophaga*, Ameisenfresser (Am.). *Manis*, Schuppenthier (As., Afr.). Die beiden letzteren zahnlos.

4. Ordnung. *Ungulata*. Hufthiere. Eine in der Gegenwart durch einige grössere Reihen und viele isolirte kleinere Gruppen vertretene Abtheilung, welche durch zahlreiche fossile Formen ihre Ergänzung findet. Die meisten sind Pflanzenfresser mit schmelzfaltigen Backzähnen, einige Omnivoren. Vier (ausnahmsweise fünf) bis eine Zehe, mit Hufen.1. Unterordnung. *Perissodactyla*. Unpaarzehige Hufthiere.

Oben und unten Schneidezähne, 5, 3 oder 1 Zehe, die Tapire vorn 4. Magen einfach. Sie umfassen, nach Ausscheidung der Schweine, Klippschliefer und Elephanten die Dickhäuter der älteren Systeme mit Hinzunahme der Pferde.

Eine der wichtigsten fossilen Gattungen ist *Palaeotherium*, mit dreizehigen Füßen und tapirähnlichem Schädel.

Tapirus. *Rhinoceros*. Zwischenform zu *Tapirus* ist *Lophiodon*. Zu *Rhinoceros* führen *Paloplottherium* und *Aceratherium*.

Equus, Pferd. Zähne: i $\frac{3}{3}$, c $\frac{1}{1}$, m $\frac{6}{6}$. Die Pferde als Einhufer erscheinen heute ganz isolirt. Sie werden aber durch die fossilen vier- und dreizehigen Pferde mit den andern Formen verbunden. *Hipparion* mit einer Haupt- und zwei Afterzehen. *Anchitherium*, Füße entschiedener dreizehig. *Archippus*, vierzehig. *Orohippus*. (Amerikanische und europäisch-asiatische Reihe.)

2. Unterordnung. *Artiodactyla*. Paarzehige Hufthiere.

Die Schneidezähne der oberen Kinnlade und die Eckzähne fehlen oft. Sie treten meist mit 2 Zehen auf, während die innere und äussere gewöhnlich Afterzehen sind. Magen meist zusammengesetzt. In unbekannten Urformen der Kreideperiode wurzelnd sind sie schon im Eocen in die beiden Gruppen der Höckerzähner und Sichelzähner getrennt. Dazu zahlreiche genealogisch unsichere Zwischenformen. Noch heute gehn sie in die Schweineartigen, sammt dem Flusspferde, und in die reichst entfalteten Wiederkäuer auseinander.

Anoplottherium. Ununterbrochene Zahnreihe ohne hervorstehende Eckzähne. *Oreodon* (Nebraska), Verbindungsglied zu den Wiederkäuern.

Familien: *Suina*, Schweine. Die europäischen Kulturrassen stammen theils von dem gemeinen Wildschwein, *Sus scrofa*, theils von dem (nur im zahmen Zustande bekannten) indischen oder chinesischen Schweine, *Sus indicus*, und von deren Kreuzungen¹⁾. *Dicotyles*, Nabelschwein. Die fossilen *Choerotherium*, *Palaeochorus*, *Entelodon*.

Archaeotherium (Nebr.) Charactere der Schweine mit denen der Wiederkäuer und Fleischfresser. Isolirt das colossale *Brontotherium* (Mioc.)

Obesa, mit der einzigen Gattung *Hippopotamus*, Flusspferd. Alle folgenden Familien bilden zusammen die Wiederkäuer.

Tragulidae. *Moschidae*. *Devexae*. Giraffen. *Siva-therium*. *Helladotherium*. *Camelopardalis*. *Cervina*. Hirsche. *Cavicornia*, Hohlhörner, mit den Unterfamilien der *Antilopina*, Antilopen. *Tragoceros*. *T. amaltheus*. Ziegenhörner; Zähne und andere Charactere der Antilopen. *Ovina*, Schafe. *Bovina*, Rinder. *Ovibos*, *O. moschatus*, Moschusochse. *Bubalus*. *B. buffelus*, Büffel. *Bison*. *B. europaeus*, Wisent. Auer. *Bos*. *B. primigenius*, Ur²⁾. Von ihm die Kulturrazen von *primigenius*, *trochocerus*, *frontosus*. Bilden

1) Nathusius, Vorstudien für Geschichte und Zucht der Hausthiere. 1864.

2) Rüttimeyer, Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes. Denkschriften der Schweiz. naturh. Gesch. 22. 23. (auch separat).

zusammen das Hausrind, *B. taurus*. Von ihm ist der *Vak*, *B. grunicus*, specifisch verschieden (Kühn).

Die Familie der *Tylopoda* oder *Camelidae*, Kameele (mit *Camelus* und *Auchenia*, Lama) weicht in Schädelform und Gebiss — $i \frac{1}{3}$, $c \frac{1}{1}$, $m \frac{6}{5}$ — sehr von den übrigen Wiederkäuern ab und nähert sich darin am meisten den Pferden.

5. Ordnung. Cetacea. Cetaceen. Ohne hintere Extremitäten. Schwanz zu einer horizontalen Flosse ausgebreitet. Schädel- und Zahnbildung der gewöhnlich als walartige Säuger zusammengefassten Formen ist so verschieden, die fossilen Ergänzungen so spärlich, dass an eine genealogische natürliche Zusammengehörigkeit der beiden Hauptabtheilungen, der Sirenen und Wale, nicht wohl zu denken ist.

1. Unterordnung. *Sirenia*. Pflanzenfressende Cetaceen.

Kopf klein. Die Nasenlöcher öffnen sich vorn an der Schnauze. Backzähne mit breiter Krone. Auf der Oberlippe und an den Mundwinkeln dicke Bartborsten. Zitzen an der Brust.

Rhytina. *Manatus*. *Halicore*. Fossile *Sirenen* mit rudimentären hinteren Extremitäten und Becken.

2. Unterordnung. *Cetacea* s. s. Wale.

Unbehaart. Nasenlöcher als Spritzlöcher nahe am Scheitel. Zitzen neben dem After.

a. Delphine. *Delphinus*. *Globiceps*. *Monodon*.

b. Schnabelwale. *Chaenocetus*.

c. Potwale. *Physeter*.

d. Bartenwale. *Balaena*, Glattwall. *Cyphobalaena*, Röhrenwal. Mit Längsfurchen am Bauche. *Pterobalaena*. Mit hoher Rückenflosse.

II. *Decidua*.

6. Ordnung. Proboscidea. Rüsselträger. Nase zu einem langen Rüssel verlängert. Schneidezähne als conische Stosszähne. Backzähne entweder mit Querjochen und ununterbrochener Schmelzbedeckung oder „zusammengesetzt“¹⁾.

Mastodon (in Amerika noch quaternär). *Elephas*. *Dinotherium*.

Die im Eocen von Wyoming, N. Am., entdeckten *Loxolophodon* und *Dinoceras* verbinden die Proboscideen mit den Perissodactylen. Sie besitzen drei Paar Hörner, weit vorstehende Eckzähne im Oberkiefer und 6 an die Tapire erinnernde Backzähne.

7. Ordnung. Lamnugia. Klippschliefer. Die eigenthüm-

1) Zwischen dem echten Mastodonzahn und dem sogenannten zusammengesetzten Backzahn des Elephanten kommen alle Uebergänge vor.

liche Zahnbildung der einzigen Gattung *Hyrax* erinnert theils an die Nager theils an die Rhinozeroten. Der Habitus ist Nagethierartig. Flache platte Hufe.

8. **Ordnung.** *Ferae* s. *Carnivora*. Fleischfresser. In beiden Kinnladen je 6 Schneide- und jederseits 1 Eckzahn. In jeder Backzahnreihe kann man nach Cuvier unterscheiden die Lückenzähne, den Reisszahn und die Mahlzähne, einfacher und richtiger die Praemolaren als Ersatz der Milchbackzähne, und Molaren. Sohlen- oder Zehengänger.

Familien¹⁾: *Ursina*. *Mustelina*. *Viverrina*. *Cannina*. *Hyaenina*. *Felina*²⁾.

9. **Ordnung.** *Pinnipedia*. Robben. Ein Seitenzweig der vorigen Ordnung mit Modificirung der Beine für das Wasserleben. Die Zähne verhältnissmässig schwächer, die Backzähne einförmiger als bei den Carnivoren (mit Ausnahme des Walrosses).

Phocina. *Trichechina*.

Die 6. bis 9. Ordnung haben eine gürtelförmige, alle folgenden eine scheibenförmige Placenta.

10. **Ordnung.** *Prosimii*. Halbaffen. Haben mit den eigentlichen Affen keine nähere Gemeinschaft als den Besitz von Daumen. Sie erscheinen im Gegentheil als die niedrigsten Discoplacentalen, aus deren älteren Vorgängern die folgenden Ordnungen hervorgegangen zu sein scheinen. Das Gebiss ähnelt theils dem der Insectenfresser, theils (*Chiromys*) dem der Nager.

Chiromys. *Galeopithecus*. *Tarsius*. *Lemur*. Zwischenform von den Pachydermen her ist vielleicht *Adapis* aus dem ob. Eocen.

11. **Ordnung.** *Glires*. Nager. In beiden Kinnladen je zwei bleibende und fortwährend im Verhältniss der Abnutzung nachwachsende Schneidezähne, welche nur an der Vorderseite mit Schmelz überzogen sind. Keine Eckzähne.

I. Familiengruppe. *Sciuromorpha*. Eichhornartige.

Stirnbein breit, mit einem Fortsatze am hinteren Orbitalrande.

Sciurus, Eichhorn. *Arctomys*, Murmelthier. *Spermophilus*, Ziesel.

II. Familiengruppe. *Myomorpha*. Mäuseartige.

Stirnbein schmal, ohne Fortsatz am Orbitalrande.

Myoxina. *Palmipedia*. *Castor*, Biber. *Murina*. *Georhychi*. *Macropoda*.

1) Eine grosse Anzahl höchst interessanter Zwischenformen haben sich in den oberen Eocenablagerungen gefunden. (Filhol, Phosphorites du Quercy. Ann. d. sciences géol. 1876—78.)

2) Zahnformeln: Ursus i $\frac{3.3}{3.3}$, c $\frac{1.1}{3.3}$, p $\frac{4.4}{4.4}$, m $\frac{2.2}{3.3}$, Viverra i $\frac{3.3}{3.3}$, c $\frac{1.1}{3.3}$, p $\frac{4.4}{4.4}$, m $\frac{2.2}{3.3}$, Mustela i $\frac{3.3}{3.3}$, c $\frac{1.1}{3.3}$, p $\frac{4.4}{3.3}$, m $\frac{1.1}{2.2}$, Canis i $\frac{3.3}{3.3}$, c $\frac{1.1}{3.3}$, p $\frac{4.4}{3.3}$, m $\frac{1.1}{2.2}$, Hyæna i $\frac{3.3}{3.3}$, c $\frac{1.1}{3.3}$, p $\frac{4.4}{3.3}$, m $\frac{1.1}{3.3}$, Felis i $\frac{3.3}{3.3}$, c $\frac{1.1}{3.3}$, p $\frac{3.3}{2.2}$, m $\frac{1.1}{3.3}$.

III. Familiengruppe. *Hystriehomorpha*. Stachel-
schweinartige.

Der Winkel des Unterkiefers geht aus der äusseren Wand hervor und bildet meist einen dreieckigen, nach hinten verlängerten Fortsatz.

Aculeata. *Hystrix*. *Orycterina*. *Myopotamus*. *Lagostomi*. *Eriomys*. *Subungulata*. *Dasyprocta*. *Cavia*.
Hydrochoerus.

IV. Familiengruppe. *Lagomorpha*. Hasenartige.

Hinter den normalen zwei Schneidezähnen noch zwei stiftförmige.
Lagomys. *Lepus*.

12. **Ordnung.** *Insectivora*. Insectenfresser. Treten mit der ganzen nackten Sohle auf. Ihr Gebiss besteht aus Schneide-, Eck- und Backzähnen, letztere mit scharfen konischen Spitzen.

Erinaceus, Igel. *Sorex*, Spitzmaus. *Talpa*, Maulwurf.

13. **Ordnung.** *Volitantia*. Fledermäuse. Das Gebiss besteht aus Schneide-, Eck- und Backzähnen. Hautausbreitungen zwischen den Zehen der Vordergliedmaassen und zwischen Vorder- und Hintergliedmaassen, auch zwischen den Schenkeln der Hinterbeine.

Insectivora, insectenfressende Fl., *Frugivora*, fruchte-
fressende Fl. Backzähne mit platter Krone.

14. **Ordnung.** *Simiae*. Affen. Besitzen meist auch an den Hintergliedmaassen einen entgegensetzbaren Daumen; nach den übrigen osteologischen Characteren endigt jedoch die hintere Gliedmasse mit einem Fusse. Alle drei Arten von Zähnen. *Arctopithecii*. Backzähne spitzhöckerig. Vier Pfoten, nur am Daumen der Hinterhand ein Plattnagel. *Hapale*, Seidenaffe. *Platyrrhini*, Affen mit breiter Nasenscheidewand. Wie die vorigen nur amerikanisch. Sechs Backz. *Cebus*. *Myctes*. *Catarrhini*, Affen mit schmaler Nasenscheidewand, der alten Welt angehörig. Fünf Backz.

Cynocephalus, Pavian. *Inuus*, Makake. *Cercopithecus*, Meerkatze. *Hylobates*, Gibbon. *Pithecus*, Orang-Utan. *Simia*, Schimpanse. *Gorilla*¹⁾.

Hautbedeckungen und Hautskelet. In der Haut der Wirbelthiere werden drei Schichten unterschieden: die Lederhaut (*cutis*. Man nennt auch die gesammte Haut *cutis* und die Lederhaut *corium*), Schleim- oder Pigmentschicht (*stratum*

1) Ueber die Stellung des Menschen zu den Affen und überhaupt zum Thier vergleiche:

Huxley, Stellung des Menschen in der Natur. 1863.

Häckel, Natürliche Schöpfungsgeschichte. 6. Aufl. 1875.

O. Schmidt — Descendenzlehre und Darwinismus. 2. Aufl. 1874.

Darwin, Die Abstammung des Menschen. 1871.

Malpighii) und Hornschicht, wovon die beiden letzteren, aus Zellenelementen und Zellen gebildet, als Oberhaut (*epidermis*) zusammengehören. Unter den verschiedenen Epidermialgebilden sind ausser den verschiedenen Drüsen, welche von der Epidermis aus sich in die Cutis einsenken, besonders die Federn und Haare hervorzuheben. Ihrer Entstehung nach, als Ausstülpungen der Epidermis, stimmen jene mit den Hornschuppen der Reptilien überein. Alle Horngebilde entstehen durch Verdichtung und Verdickung der oberen Epidermisschicht und erhalten ihren Nachschub aus der Schleimschicht als ihrer Matrix. Dies ist auch der Fall, wie bei den Nägeln, Krallen, Hufen, bei den Hörnern des Hornviehs, welche als nicht abfallende Scheiden die Stirnbein-Zapfen überziehen¹⁾ und damit sich wesentlich vom Geweih unterscheiden. Die Zapfen des Geweihes sind solid; auf ihnen erhebt sich das knöcherne, alljährlich abzuwerfende und wieder zu ersetzende Geweih, welches während des Wachstums eine Hautbekleidung hat. Diese wird nach Ausbildung des Geweihes abgestreift. Der periodische Wechsel des Geweihes steht in engem Zusammenhange mit der Geschlechtsfunction, und der das Lockerwerden des Geweihes bewirkende histiologische Process ist dem der Caries zu vergleichen. Castrirte Hirsche werfen das Geweih nicht mehr ab.

Die Färbungen der Haut sind theils in der Lederhaut theils in der Oberhaut enthalten. Ein an die Cephalopoden erinnernder Farbenwechsel findet sich bei Fröschen und manchen Reptilien. Unter den Fröschen ist der Farbenwechsel besonders bei *Hyla arborea* und *esculenta* auffallend. Hier findet sich an den grün erscheinenden Hautstellen unter einem Pflasterepithel eine Schicht gelber (Fett-) Zellen und darunter eine Schicht dunklerer, gesternter Pigmentzellen, von deren Contractionen die Farbenveränderungen herrühren. In den meisten Hautstellen beobachtet man statt der gelben Zellen Interferenzzellen, die auch sonst zerstreut zwischen den gelben Zellen vorkommen und der Haut einen, jedoch erst bei Vergrösserungen deutlich werdenden Metallschimmer verleihen.

Bei den Chamäleonten sind die Verhältnisse denen der Cephalopoden ähnlich. Das Schillern der Schlangen rührt nicht, wie bei den Cephalopoden, von Flitter- oder Interferenzzellen her, sondern von der feinen parallelen Furchung der Schuppen.

Höchst verbreitet sind Verknöcherungen der Lederhaut, welche

1) Die amerikanische *Antilocapra* jedoch mit jährlich abfallenden Hornscheiden.

im engeren Sinne das oft durch Hornplatten und überhaupt Epidermisablagerungen verstärkte Hautskelet ausmachen. Hierher gehören die verschiedenartigen Schuppen der Fische. Den Ausgangspunkt bilden die Selachier mit ihren kleinen Hautzähnen, statt welcher und aus welchen bei den Ganoiden durch Concrescenz die Schuppen, Flossenplättchen und Belegknochen des Schädels und Schultergürtels entstanden sind.

Von grosser Ausdehnung ist das Hautskelet der Schildkröten, bei welchen ebenfalls Theile des inneren Skeletes mit jenem in unmittelbare Verbindung treten. So verbinden sich mit der mittleren Plattenreihe des Rückenschildes die Dornfortsätze der Rückenwirbel (ausgenommen des letzten, nach anderer Angabe auch des ersten), und ferner werden die Rippen in die breiten Mittelplatten allmählig aufgenommen. Den Umkreis des Rückenschildes bilden 23 Marginalplatten. Auch das Bauchschild der Chelonier, das man früher als Brustbein deutete, gehört dem Hautskelet an. Das Bauchschild besteht gewöhnlich aus neun Stückchen (4 paarigen und 1 unpaarem), deren Verwachsung bei den Landschildkröten sehr frühzeitig eintritt. Noch einmal, bei den Säugethieren und zwar innerhalb der Ordnung der Zahnarmen tritt das Hautskelet in mächtiger Entwicklung auf, in der Gruppe der *Cingulata*.

Inneres Skelet. Die Skeletlehre ist von den vergleichenden Anatomen von jeher mit Vorliebe behandelt worden, da die Ergiebigkeit der Forschung mehr als bei anderen Partien in die Augen sprang. Auch trat hier am frühesten die Wichtigkeit der Embryologie hervor und wurde man auf die gesetzmässige Aufeinanderfolge der Gewebe, ihre Entwicklung aus einander hingewiesen. Es war daher einerseits der vergleichenden Deutung der weiteste, oft zu Irrgängen einladende Spielraum gegeben, andererseits konnte eine strenge Methode gerade am Skelet die Grundzüge einer wirklichen Gestalten- und Gestaltungslehre entwickeln. Peter Camper. Vicq d' Azyr. Goethe. E. Geoffroi St. Hilaire. Die deutsche naturphilosophische Schule.

Wirbelsäule.

Wirbelkörper, Wirbelbögen. Alle Wirbelthiere ohne Ausnahme besitzen ursprünglich die Wirbelsaite, *chorda dorsalis*, einen cylindrischen, in eine kutikulare (innere) Scheide eingeschlossenen Gallertstrang, welcher von der Mitte des Kopfes bis in die

Schwanzspitze sich unter dem Centralnervensystem hinziehend entweder bleibend zur Befestigung der Muskeln dient oder nur die mehr oder weniger vergängliche Unterlage für die in ihrem Umfange sich bildenden Wirbeltheile darstellt. Eine zusammenhängende Skeletschicht als gemeinsame Grundlage derselben ist nicht nachweisbar; sie entstehen vielmehr aus einer unmittelbar um die Wirbelsaite angelegten zelligen Röhre (äussere Chordascheide) und den völlig gesonderten Wirbelbögen, welche von ihr aus paarweise aufwärts das Rückenmark und streckenweise auch abwärts den Eingeweideraum umwachsen. Dabei folgen sie innerhalb der Rumpfmuskulatur der segmentalen Eintheilung derselben. In der Regel gliedert sich die äussere Chordascheide in ebenso viele ringförmige Abschnitte, als obere von ihr getragene Wirbelbögenpaare vorhanden sind; jeder solcher Abschnitt stellt mit dem eingeschlossenen Stück der Wirbelsaite einen primitiven Wirbelkörper dar, welcher meist noch durch die sich ausbreitenden Wirbelbogenbasen umwachsen wird (sekundärer Wirbelkörper). Diese Wirbeltheile sind gewöhnlich knorpelig angelegt und die Verknöcherung unterbleibt nur bei niederen Formen.

Unter den Cyklostomen besitzen die Myxinoideen nur die ungegliederte Wirbelsaite; bei *Petromyzon* kommen dazu knorpelige obere Bögen und in der Schwanzgegend ein Paar fortlaufende untere Knorpelleisten (untere Bögen).

Die Fische besitzen ganz allgemein vollständige Wirbel mit Körper und Bögen. Nur dem Stör und Chimära fehlen die Wirbelkörper und sitzen die Bögen auf der ungegliederten Axe (Chorda und Scheide) auf. (Fig. 83.) Die interverte-

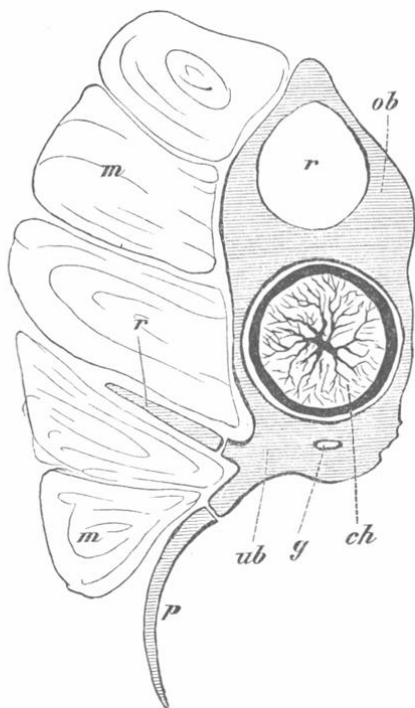


Fig. 83. Fisch-Wirbel, schematisch. *ch* Chorda; *ob* obere Bögen; *r* Rückenmarkskanal; *ub* untere Bögen; *g* Blutgefäßkanal; *r* Rippe (Selachier); *p* Pleuralbogen (Teleostier); *m* Muskeln.

bralen Abschnitte der äusseren Chordascheide bleiben weich-häutige Ringe (Zwischenwirbelbänder); die durch sie verbundenen Wirbelkörper enthalten, namentlich in den tubenförmig erweiterten Enden (Doppelkegelform), mehr oder minder ansehnliche Reste der Wirbelsäule. Die Hauptabtheilungen der Fische zeigen in der Wirbelbildung folgende Unterschiede. Die Selachier besitzen zwischen den oberen Bögen besondere Interkalarknorpel und obere Schlussstücke; die unteren Bögen sind im Rumpfe rudimentär, im Schwanze um die Stammgefässe zu den unteren Dornfortsätzen verbunden (Kaudalkanal). Alle diese Theile bestehen aus theilweise verkalktem Knorpel. Die Ganoiden zeigen Uebergänge von den Selachiern zu Knochenfischen. So stehen die Störe durch die dauernd knorpeligen Wirbelbogen noch den Selachiern nahe; andere Ganoiden schliessen sich durch die knöchernen Wirbel und die Ausbildung der unteren Bögen der folgenden Abtheilung an. Bei *Lepidosteus* sind sogar die knöchernen Wirbel durch echte Gelenke verbunden. Bei den Knochenfischen vereinigen sich die oberen Bögen zu längeren Dornen; die unteren Bögen bilden im Schwanze Dornfortsätze wie bei den Selachiern, im Rumpfe sind sie aber meist lang ausgewachsen und von den Wirbeln abgegliedert (Pleuralbögen nach Götte, von Anderen Rippen genannt); die am Wirbel zurückbleibenden Wurzelstücke (untere Bögen, untere Querfortsätze *aut.*) bleiben entweder unverändert und tragen dann die abgegliederten Bogentheile (Pleuralbögen) an der Spitze, oder sie wachsen nach innen und unten aus, worauf sie sich bisweilen ähnlich den Dornfortsätzen verbinden, und dann sitzen ihnen die Rippen seitlich an. In Ausnahmefällen setzt sich diese Ausbildung der unteren Bögen in den Schwanz fort, der alsdann auch eine Fortsetzung der Bauchhöhle enthält.

Noch ist eines merkwürdigen Verhältnisses an der Schwanzwirbelsäule der Fische zu gedenken, der Heterocercie, d. i. der Aufwärtskrümmung des Schwanzendes. Sie wird hervorgebracht durch stärkere Entwicklung der unteren und Schwund der oberen Bogenstücke, während das nach oben gewendete Ende der Chorda von dem immer ungegliederten Urostyl umgeben ist. Auch die Knochenfische machen diesen Zustand durch, er wird aber wenigstens äusserlich mehr und mehr ausgeglichen.

Ogleich die niedersten Amphibien (*Coecilia*, *Proteus*) sich in der Wirbelbildung, insbesondere durch die Persistenz der Chorda, den Knochenfischen anschliessen, besitzen sie doch schon zum Un-

terschied von diesen einen knorpeligen Intervertebralring, welcher bei den übrigen Amphibien sich stärker entwickelt und umgekehrt wie bei den Fischen gerade die intervertebralen Chordaabschnitte zusammenschnürt und zum Schwunde bringt. Aus diesem Knorpel entstehen bei den höheren Amphibien auch die Zwischenwirbelgelenke. Die vertebralen Abschnitte der äusseren Chordascheide sind entweder ebenfalls knorpelig (*Anura*) oder wie bei den Teleostiern gleich knöchern angelegt (*Urodela*). Die von ihnen umschlossenen Chordaresten gehen theils zu Grunde, theils durch Verknorpelung in den bleibenden Wirbelkörper über. Die Verknöcherung der knorpeligen Wirbeltheile der Amphibien beginnt theils an der Oberfläche (periostale Knochenrinde), theils im Innern des Knorpels (knöcherne Wirbelringe der Frösche). — Früher unterschied man zwei Formen der Wirbelbildung bei den ungeschwänzten Amphibien, indem bei *Rana*, *Bufo* u. a. der Wirbelkörper um die Chorda herum (perichordal), bei *Bombinator*, *Pelobates*, *Pipa* u. a. nur über derselben (epichordal) sich bilden sollte, so dass sie ausserhalb des Wirbelkörpers atrophirte (Dugès, Müller, Gegenbaur). Dies ist nicht richtig, da bei den letztgenannten Batrachiern die äussere Chordascheide unter der Wirbelsaite, statt vorher ebenfalls knorpelig zu werden, gleich in periostalen Knochen übergeht, und die Wirbelsaite innerhalb des dadurch bloss histiogenetisch verschiedenen Wirbelkörpers ebenso wie bei den anderen Batrachiern sich in Knorpel verwandelt. Die oberen Bögen der Amphibien bilden auch schon Gelenkfortsätze, wie bei den Amnioten; untere Bögen erscheinen nur in Form von Dornfortsätzen im Schwanz der Urodelen, während das sogenannte Steissbein der *Anura* aus den verschmolzenen Körpern und oberen Bögen mehrerer Wirbel, sowie aus einem ihnen gemeinsamen unpaaren und ungegliederten hypochordalen Knorpelstabe hervorgeht.

Unter den Reptilien gleichen die Geckonen durch die Persistenz der intervertebral angeschwollenen Chorda und den Mangel der Zwischenwirbelgelenke noch den niedersten Urodelen (Gegenbaur). Bei den übrigen Reptilien führt der Intervertebralknorpel zur Gelenkbildung, indem die vordere Hälfte den Gelenkkopf des vorderen, die andere die Pfanne des hinteren Wirbels bildet. Bei den Krokodilen beginnt schon die Bildung besonderer Zwischenwirbelscheiben (*Menisci*). Die Wirbelsaite verschwindet ganz, die Verknöcherung der Wirbel ist vollständig. Hinsichtlich der Wirbelbögen ist noch hervorzuheben, dass die unteren ausser im Schwanz

auch noch im Rumpfe meist durch unpaare Dornen vertreten sind. — Mit den Reptilien stimmen die Vögel in der Wirbelbildung überein; nur nehmen an der Herstellung ihrer definitiven Wirbelkörper die Bogenbasen einen grösseren Antheil. Im beweglichen Halse sind die *Menisci* sehr entwickelt, fehlen aber in den übrigen Regionen, deren Wirbel unter einander in feste Verbindung treten.

Der Schwanztheil der Vogelwirbelsäule erscheint nur noch bei *Archaeopteryx* in seiner ursprünglichen Form bleibend, welche sich am Embryo der heutigen Vögel, namentlich der Strausse, wiederholt. Die Reduction wird herbeigeführt durch die Verwachsung der vorderen Wirbel mit dem Becken und die Verwachsung der 5 oder 6 letzten Wirbel zum Endkörper. Durch diese Verschmelzung ist der Uebergang der fiederartigen Stellung der Steuerfedern in die fächerförmige bedingt.

Bei den Säugern ist von Anfang an ein bedeutendes Uebergewicht der äusseren Chordascheide und der ihr seitlich aufsitzenden oberen Bögen über die dünne Wirbelsäule vorhanden; daher wird die letztere sehr frühe zum Schwunde gebracht und erhält sich bloss in unansehnlichen Resten (Gallertkern) innerhalb der Zwischenwirbelknorpel, welche sich in die Zwischenbandscheiben verwandeln. Die Entwicklung der Gelenk- und Dornfortsätze aus den oberen Bögen, sowie die Umbildung der unteren geht bei den Säugern ebenso vor sich wie bei Reptilien und Vögeln. Auch die Verknöcherung der Wirbel stimmt bei allen Amnioten durch die Bildung besonderer innerer Knochenkerne überein, welche sich auf die ringförmigen Ossifikationen der Selachier und Batrachier zurückführen lassen. Nur die Knochenrinde, insbesondere der Bogenchenkel, welche bis zu den Reptilien (*Chelonier*) hinauf die ersten Ossifikationen der Wirbel darstellt, fehlt den übrigen Amnioten.

Die Bildung des Stammskelets der Vertebraten offenbart also einen allmählichen Fortschritt vom Bestehen eines einfachen elastischen Stabes (*Myxinoïden*) bis zur Herstellung einer Reihe diskreter, mit verschiedenen Fortsätzen versehener und eigenthümlich verbundener Wirbel, welche jene embryonale Grundlage des Skelets, die Wirbelsäule, vollständig verdrängen (höhere Amnioten).

Ueber die Zahl der Wirbel lassen sich bestimmtere Regeln nicht aufstellen. Nur die Säuger haben mit wenigen Ausnahmen constant sieben Halswirbel. *Bradypus torquatus* hat acht, *Bradypus tridactylus* neun, *Manatus australis* gewöhnlich sechs. Die Gränze zwischen den Rücken- und Lendenwirbeln pflegt man,

von der Anatomie des Menschen ausgehend, nach den Rippen zu bestimmen. Naturgemässer zieht man die Gränze nach dem sogenannten diaphragmatischen Wirbel, mit welchem die Richtung der Dornfortsätze umändert.

Atlas und epistropheus. Bei Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugethieren heissen die beiden vordersten, gewöhnlich durch ihre Form ausgezeichneten Halswirbel *Atlas* und *Epistropheus*. Ersterer hat bei Vögeln und Reptilien einen, bei Amphibien und Säugethieren zwei Gelenkgruben zur Aufnahme des oder der *condyli occipitales*. Mit dem Körper des *epistropheus* ist in der Regel der *processus odontoideus* (passender *os odontoideum* genannt) verbunden, der bei den Vögeln den *atlas* oberhalb der Gelenkgrube durchbohrt. Dieser Knochen findet sich als gesonderetes Stück bei den ächten Cetaceen, deren Halswirbel (nur die beiden ersten bei mehreren Delphinen, mehrere bei andern) verschmelzen. Wie die Entwicklung der Schlangen und Schildkröten gelehrt hat, scheint das *os odontoideum* der eigentliche Körper des *atlas* zu sein, während dasjenige Stück des *atlas*, welches man als den Körper dieses Wirbels zu bezeichnen pflegt, eine Modification zweier Bogenschenkel und eines dritten Skeletstückes (Schlussstück des Atlas) ist. Aus der Lage der Spinalnervenzurden zu den Wirbeln geht übrigens hervor (Albrecht), dass der Atlas der Anamnien nicht dem Atlas der Amnioten homolog ist, sondern einem bei letzteren bis auf geringe Spuren verloren gegangenen Protatlas entspricht. Ein Rest derselben ist in dem sogenannten „dorsalen Schlussstück des Atlas“ der Crocodilinen erhalten.

Seitliche Wirbelfortsätze, Rippen. Die oberen oder unteren Wirbelbögen der meisten Wirbelthiere entsenden seitliche Fortsätze zwischen die beiden Hälften der Stammesmuskulatur, deren Gränzscheide bei Fischen und Amphibien schon äusserlich durch die Seitenlinie bezeichnet wird. Diese Auswüchse der Wirbelbögen können sich in allen Körpergegenden in ein mit dem Wirbel continuirlich verbundenes Wurzelstück (Querfortsatz) und ein gewöhnlich längeres Seitenstück (Rippe) gliedern. Die im fertigen Zustande ungegliederten Auswüchse ergeben sich theils nach ihrem Ursprunge und ihren Lagebeziehungen, theils durch den Nachweis einer frühzeitig zurückgebildeten Gliederung, als Homologe der gegliederten Fortsätze, so dass alle diese Formen als (gegliederte oder ungegliederte) Rippenfortsätze zusammengefasst werden können.

Die rudimentären unteren Bögen im Rumpfe der Selachier entsenden durchweg gegliederte Rippenfortsätze, deren Rippen jedoch später verkümmern; an den kaudalen unteren Bögen (Dornfortsätze) fehlen jene seitlichen Auswüchse. Unter den Ganoiden verbindet *Polypterus* die Selachier mit den Teleostiern, indem er ausser den abgegliederten unteren Bögen, oder Pleuralbögen, welche den „Rippen“ der Knochenfische entsprechen, auch noch mit den Querfortsätzen und Rippen der Selachier übereinstimmende Theile besitzt. Die übrigen Ganoiden scheinen sich wesentlich den Knochenfischen anzuschliessen, deren sogenannte Rippen eben nur abgegliederte untere Bögen sind und daher in die kaudalen Dornfortsätze übergehen (s. o.). Das Verhalten von *Polypterus* rechtfertigt aber die Vermuthung, dass auch die Knochenfische in denjenigen ihrer sogenannten Fleischgräten, welche in der Seitenlinie zwischen der oberen und unteren Muskelmasse liegen, Homologe der Rippen der Selachier, Amphibien und Amnioten (s. w. u.) besitzen. Die übrigen, innerhalb jener Muskelmassen befindlichen Fleischgräten der *Physostomen* sind lediglich Sehnenverknöcherungen.

Von den Amphibien aufwärts entspringen die Rippenfortsätze lediglich aus den oberen Bögen. Bei den Amphibien behalten sie stets die ursprüngliche seitlich-horizontale Lage wie bei den Selachiern und *Polypterus*, laufen also in der Seitenlinie aus. Die Anura zeigen nur einfache Rinnenfortsätze, deren Gliederung nach der Metamorphose zurückgebildet wird; die Urodela und wahrscheinlich auch die Blindwühle haben an jeder Seite eines Wirbels zwei Rippenfortsätze übereinander, deren Rippen und Querfortsätze zu je einem Stücke verschmelzen. Die Rippenbildung der Urodelen setzt sich auf dem Schwanze fort (*Menopoma*, *Salamandra*), so dass derselbe Schwanzwirbel einen unteren Dornfortsatz und Rippen trägt. Es können mithin die Rippen nicht als in jene Dornfortsätze übergehend oder beide Bildungen als Homodyname (Gegenbaur) angesehen werden. Die 1—2 Kreuzwirbel zeichnen sich durch die ansehnliche Entwicklung ihrer Rippenfortsätze aus.

Reptilia. Die Anlage doppelter mit einander verbundener Rippenfortsätze ist an den Halswirbeln der Krokodile (Rathke), sowie an den Kreuz- und Schwanzwirbeln der Saurier und Ophidier nachweisbar; an den Schwanzwirbeln liegen die Fortsätze hinter einander und bleiben ungegliedert, die genannten Halswirbel tragen aber verwachsene Doppelrippen. In der Brust- und Lendengegend der Saurier und Krokodile sowie im ganzen Rumpfe der Ophidier

scheint der untere Rippenfortsatz rudimentär zu bleiben, so dass die betreffenden Rippen allein aus dem obern hervorgehen. Alle Rippen in diesen Ordnungen wachsen mit den entsprechenden Muskeln weiter zur Bauchseite hinab als bei den Amphibien. Dies geschieht gleichmässig in den wenig unterschiedenen Körperregionen der Schlangen, bei denen selbst die ungegliederten kaudalen Rippenfortsätze hinabgekrümmt sein können (*Hydrophis*); die Hals- und Lendenrippen der Saurier und Krokodile sind kürzer, ein Theil ihrer Brustrippen stösst aber mit verbreiterten Enden an der Bauchseite zusammen und bildet so das *Sternum* (wahre Rippen). Diese Rippen zerfallen in 2—3 Rippen-Segmente. — Eine eigenthümliche Verlängerung mehrerer findet sich bei *Draco*, wo sie zur Stütze der Flughaut dienen. — Die *Processus uncinati*, vermittelt welcher die Rippen der Krokodile sich dachziegelförmig decken, sind nicht Auswüchse dieser Skelettheile, sondern selbstständig entwickelte, mit ihnen sekundär verbundene Stücke (Rathke). Denselben Reptilien eigenthümlich sind die als Bauchrippen bezeichneten Skelettbildungen in den queren Sehnenstreifen des geraden Bauchmuskels, welche aber mit den eigenthümlichen Rippen nichts gemein haben. — Die Chelonier besitzen im Halse keine, im Rumpfe und Schwanze ähnlich den Anuren nur einfache Rippenfortsätze, deren Gliederung in Rippe und Querfortsatz unvollkommen aber durch einen zwischen beide Theile eingeschalteten Knorpel deutlich bleibt; auch enden ihre Rippen am Rande des Rückenschildes, das sie bilden helfen.

Die Vögel verhalten sich ähnlich wie die Saurier und Krokodile, indem an ihrem Halse doppelte Rippenfortsätze mit theilweise abgegliederten Rippen vorkommen und im Rumpfe der untere Rippenfortsatz ebenfalls wenig entwickelt ist. Er bildet nämlich nur den Rippenhals, während der Körper mit dem *Tuberculum* der Rippe und der sie tragende Querfortsatz Theile des oberen Rippenfortsatzes sind. Ferner besitzen die Vögel gleich den Krokodilen *Processus uncinati*, welche zur Fertigkeit des Rumpferüstes beitragen, und an ihren wahren Rippen gliedert sich die untere Hälfte ebenfalls ab (*Ossa sternocostalia*).

Am Halse der Säuger lassen sich die doppelten Rippenfortsätze mit dem von ihnen umschlossenen *Foramen intertransversarium* leicht wiedererkennen. Beim Uebergange in den Rumpf tritt aber nicht wie bei den Reptilien und Vögeln der untere, sondern gerade der obere Fortsatz in der Entwicklung zurück und verwand-

delt sich im Ganzen in den sogenannten Querfortsatz, an den die Rippe meist, aber nicht ohne Ausnahme (*Monotremen*), sich mit ihrem *Tuberculum* anlegt; sie selbst entsteht bloss aus dem unteren Rippenfortsatz. Der „Querfortsatz“, der Hals und der Höcker der Brustrippen sind also bei Vögeln und Säugern durchaus nicht homologe Theile. In der Lendengegend der Säuger werden die oberen Rippenfortsätze unkenntlich, die meist ungegliederten unteren (lumbale Querfortsätze *aut.*) entsprechen daher den vorangehenden Rippen. Kreuzbein und Schwanzwirbel zeigen ähnliche Verhältnisse wie bei den Reptilien.

Brustbein¹⁾.

Der Complex von Skelettheilen, die man unter diesem Namen zusammenfasst, variirt nach Form, Zahl und Verbindung seiner Stücke ausserordentlich. Es lassen sich daran unterscheiden: 1. Abgliederungen der verbreiterten Rippenenden — eigentliches *Sternum*, 2. Abgliederungen des Schultergürtels, und zwar der *Clavicula*, — *Episternum*, 3. selbstständig entwickelte vordere und hintere Anhangsstücke. (Fig. 84.)

Bei den Fischen ist noch kein Brustbein vorhanden. Auch den Amphibien fehlt das eigentliche Brustbein. Es wird am vollständigsten bei den eigentlichen Fröschen ersetzt durch Episternalbildungen und das ebenfalls aus dem Schultergürtel stammende *Hyposternum*. Dieser Mangel des eigentlichen Brustbeins charakterisirt auch *Ichthyosaurus*. Bei den Sauriern aber gesellt sich zum Episternum das aus einer paarigen Anlage sich abgliedernder Rippenenden verschmelzende costale Brustbein.

Mit der Verkümmernng des Schultergürtels und der Vorderbeine bei den schlangenähnlichen Sauriern wird auch das Brustbein reducirt, bis es bei den Schlangen gänzlich verschwunden ist. Bei den Schildkröten wird es durch Theile des Hautskelets ersetzt.

Die Vögel besitzen ein sehr umfangreiches Brustbein. Der costale Rest derselben ist die grosse horizontale Platte, an deren hinterem Rande sich gewöhnlich ein oder zwei Ausschnitte, seltener Fontanellen finden. Dagegen ist der, den Straussen fehlende, Kiel als Episternum dem Schultergürtel entlehnt, wozu auch als vorderer Rest des Episternum das Ligament zwischen Gabel und Sternum gehört.

1) Götte, Brustbein und Schultergürtel. Arch. f. m. An. 1877.

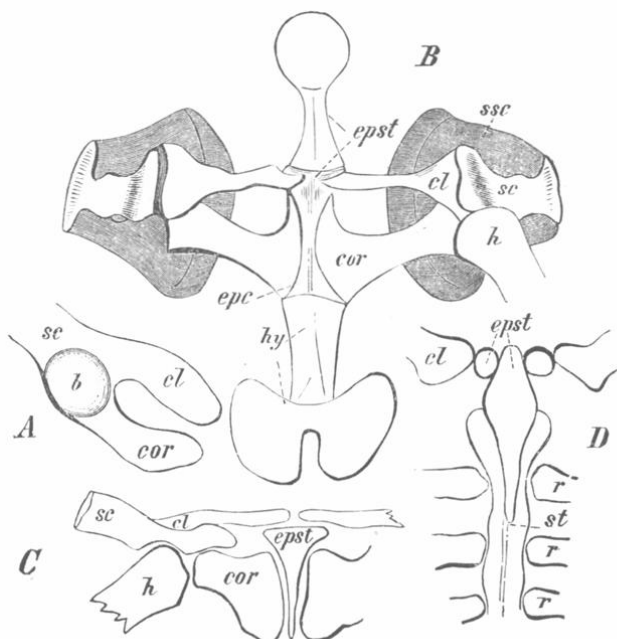


Fig. 84. Schultergürtel und Brustbein *A* der Froschlärve; *B* des ausgewachsenen Frosches; *C* des *Ichthyosaurus*; *D* des Maulwurfs (*B* n. Brühl. *ACD* n. Götte). *sc* Schulterblatt; *b* Gelenk für Oberarm; *cl* Schlüsselbein; *cor* Coracoid; *h* Oberarm; *ssc* Suprascapulare; *epst* Episternum; *epc* Epicoracoid; *st* Brustbein; *r* Rippen.

Den meisten Variationen ist das Brustbein der Säuger unterworfen. Es wird gewöhnlich aus mehreren hinter einander liegenden Stücken gebildet, deren vorderstes das *manubrium*, das hinterste der *processus ensiformis* ist. Die Segmente des Brustbeinkörpers entsprechen in der Regel den *interstitia intercostalia*. (Fig. 85.) Ein *Episternum* als Abgliederung und Träger der Schlüsselbeine ist entweder vollständig gesondert (Monotremen, Beutler, Edentaten) oder theilweise in das

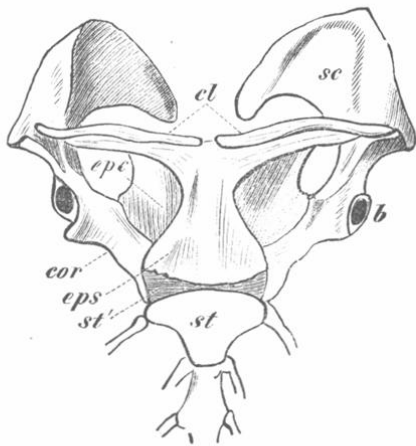


Fig. 85. Schultergürtel und Brustbein des Schnabelthieres (n. Götte). *sc* Schulterblatt; *cor* Coracoid; *b* Schultergelenk; *epc* Epicoracoid; *cl* Schlüsselbein; *epst* Episternum; *st* Sternum; *st'* knorpeliger Theil desselben.

Manubrium aufgenommen, so dass nur zwei seitliche Verbindungsstücke zwischen diesem und den Schlüsselbeinen *Episternalia* genannt werden.

Beim Menschen erscheinen sie als Zwischenknorpel des Sterno-claviculargelenks. Der *Processus ensiformis* dürfte ein hinteres Anhangsstück sein ähnlich dem *Hyposternum* der Amphibien.

Schulter- und Beckengürtel. Extremitäten.

Bei den meisten Wirbelthieren stehen unmittelbar mit der Wirbelsäule eine Reihe von Skelettheilen in Verbindung, welche der Ortsbewegung dienen.

Am einfachsten verhalten sich diese Skeletstücke der unpaarigen Extremitäten der Fische, oder der Rücken-, After- und Schwanzflossen. Die knorpelichen oder knöchernen Theile, über welche die Flossenhaut ausgespannt ist, heissen Flossenstrahlen. Sie gehören dem Hautskelet an und sind in den Rücken- und Afterflossen durch besondere Stücke, die Flossenträger, mit den oberen oder unteren Dornfortsätzen der Wirbel verbunden. Die Strahlen der Schwanzflosse dagegen befestigen sich unmittelbar an den oberen und unteren Dornfortsätzen der letzten Wirbel.

Die paarigen Extremitäten hängen mit der Wirbelsäule durch den Schulter- und den Beckengürtel zusammen. Die Extremitäten selbst correspondiren in ihrer Gliederung, indem die obere Abtheilung immer einfach ist, die anderen aus zwei bis fünf Parallelgliedern bestehen.

Allerdings lässt sich der Schultergürtel der Fische in seiner heutigen Gestalt nicht speciell mit dem der übrigen Wirbelthiere vergleichen. Doch ist das Verständniss dieser ganzen Skeletgruppe durch Gegenbaur's feine Hypothese eröffnet, dass ihr Schultergürtel ein modificirter Kiemenbogen sei. Bestätigt wird dieselbe durch das Verhalten dieser Theile bei *Protopterus* (Wiedersheim). Bei jungen Exemplaren sitzen die äusseren Kiemen noch auf ihm auf, seine Nerven verhalten sich wie die des Kiemenapparates u. a.

Bei den Selachiern besteht der Schultergürtel aus einem knorpeligen Bogen, von bestimmten Kanälen durchbohrt. Durch den einen Kanal tritt der Flossennerv ein; er theilt sich und verlässt den Knorpel durch 2 Oeffnungen, welche sehr wichtig für die folgenden Bestimmungen sind, um sich in die Muskeln zu begeben.

Die Störe zeigen den Schultergürtel in zwei seitliche Theile

getheilt, allein ableitbar von dem der Selachier. Die Oeffnungen im Schulterknochen sind grösser geworden, indem sie nebst dem Nerven einen Theil der Muskulatur aufgenommen haben. Der obere Fortsatz des Knorpels kann als Schulterblatt — *scapulare* — ein hinterer als Rabenschnabelbein — *coracoideum*, ein mittlerer als *procoracoideum* bezeichnet werden. Dazu kommen vier sekundäre Belegstücke; und wenn das eine obere als Schlüsselbein bezeichnet worden ist, so ist auch hier eine wirkliche Homologie mit der Clavicula der höheren Wirbelthiere ausgeschlossen. Bei den Knochen-ganoiden gehen diese Hautknochen mehr und mehr verloren, die *clavicula* bleibt Hauptstück, und dieses Verhältniss hat sich auf die Teleostier übertragen. Indem daher der Schultergürtel der Knochenfische und die Ganoiden von den Selachiern ableitbar ist — am deutlichsten bei Wels und Stör — kann er schon deshalb nicht, wie man früher versuchte, direkt mit dem Armskelet der höheren Thiere verglichen werden. (Cuvier nannte jenen Hauptknochen *humerus*).

Die ursprünglichste und einfachste Form der Flosse ist in *Ceratodus* erhalten, wo ihr Knorpelgerüst aus einer gegliederten Axe und zwei seitlichen Reihen von Strahlen besteht. Von ihr aus hat Gegenbaur seine Archipterygium-Theorie abgeleitet.

Bei den Selachiern bilden drei grössere Knorpel an der Basis der Flosse die Verbindung mit dem Schultergürtel und sind nach aussen besetzt mit Knorpelstücken — Strahlen, Radien. Jene drei Abschnitte des Flossenskelets sind von Gegenbaur Propterygium, Mesopterygium und Metapterygium genannt worden. Letzteres ist am wichtigsten und entspricht dem Stamme des Archipterygium. Reste der biserialen Anordnung der Flossenstrahlen finden sich bei verschiedenen Selachiern¹⁾. (Fig. 86.)

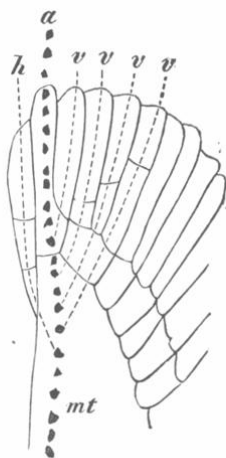


Fig. 86. Rechte Brustflosse eines Haiembryo (*Hexanchus*) (n. Gegenbaur). *mt* Metapterygium; *a* axiale Reihe, der Axe des Archipterygium entsprechend; *h* hinterer Radius; *v* vordere Radien.

1) In wieweit die schon von Gegenbaur auch für die höheren Wirbelthiere durchgeführte Archipterygium-Theorie sich bestätigt s. Götze, Ueber Entwicklung und Regeneration des Gliedmaassenskelets etc. der Molche. 1879. Entwicklungsgeschichtlich ist ihre Geltung festgestellt für die Urodelen, z. Thl. auch für Anuren und Vögel.

Die Ganoiden besitzen mit Ausnahme von *Polypterus* nur noch Meso- und Metapterygium. Zwischen ihnen gelangen noch, wie auch schon bei einigen Rochen, 2 bis 3 Strahlen in die Articulation mit dem Schultergürtel. Bei den Stören wird das aus dem Mesopterygium hervorgegangene fünfte Basalstück in den lateralen Knochenstrahl des secundären Flossenskelets eingebettet, so dass also auch dieser Strahl in unmittelbare Verbindung mit dem Schultergürtel tritt.

Bei den Teleostiern bilden nun ebenfalls 5 Basalstücke die Verbindungen mit dem Schultergürtel, wovon die drei mittleren aus Strahlen, die beiden seitlichen aus den ursprünglichen Basalien abzuleiten sind.

Der Schultergürtel der übrigen Wirbelthiere entwickelt sich in zwei Hälften aus je einer einheitlichen Grundlage. Der hintere Theil dieser Platte giebt die *scapula* mit dem bei manchen Gruppen (z. B. Fröschen) von ihr sich absondernden *suprascapulare*, der obere vordere Ast liefert die *clavicula* (mit den Episternaltheilen), die untere das *coracoideum*. Von dem eigentlichen Coracoid ist oft das vordere, nach der Mittellinie des Körpers zu gelegene, also untere Ende als *epicoracoideum* zu unterscheiden, während das in der Literatur viel genannte *procoracoideum* als Begränzungsstück an sich unwesentlicher Fontanellen der Coracoidplatte auch von unwesentlicher Bedeutung ist. Die Schlüsselbeine der Saurier¹⁾, Vögel und Säuger sind im fertigen Zustande

1) Verkümmierungen treten bei den schlangenförmigen Sauriern ein, bei den Schlangen sind Schultergürtel und vordere Extremitäten ganz geschwunden. Auf den wirklichen Beweis, dass hier und entsprechend bei den hinteren Extremitäten eine Verkümmierung vorliegt, nicht etwa ursprüngliche niedere Zustände ist Fürbringer eingegangen (die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenhähnlichen Sauriern. 1870). Er sagt: „Die Begründung lässt sich geben und zwar erstens durch die Untersuchung von älteren Embryonen (wo bereits alle Extremitätentheile vorgebildet sind) oder sehr jungen Thieren und die Vergleichung dieser mit dem ausgewachsenen Thiere. Entspräche z. B. das Becken eines *Anguis fragilis* der niederen Stufe einer Entwicklung, die erst im Becken der Saurier mit wohl entwickelten Extremitäten ihren Höhepunkt erreicht, so müsste dasselbe beim Embryo oder dem sehr jungen Thiere noch geringer entwickelt sein, als beim ausgewachsenen Thiere. Nun zeigt aber das Becken eines eben erst geborenen *Anguis fr.* eine verhältnissmässig weit bedeutendere Entwicklung als dies im späteren Alter der Fall ist“ u. s. w. „Ein weiterer Beweis lässt sich geben durch die Vergleichung von embryonalen oder jungen typischen Sauriern mit ausgewachsenen schlangenhähnlichen Sauriern. Würden die Knochen der ersteren und der letzteren Uebereinstimmung zeigen, so könnte man sie für niedere (vorangehende) Entwicklungszustände halten, die Untersuchung zeigt aber gerade das Gegentheil“ u. s. w. l. c. Seite 59.

vom Schulterblatt völlig getrennt, weniger scharf bei den Amphibien. Das Schlüsselbein der Chelonier (oft als Procoracoid bezeichnet) ist dagegen in engerem Zusammenhange mit dem stiel förmigen Schulterblatt, von welchem der hintere ventrale Fortsatz, das Coracoid, sich abgelöst hat. Crokodil und Chamaeleon besitzen kein Schlüsselbein.

Das Schultergerüst der Vögel besteht jederseits aus drei Knochen, einer meist langen, schwertförmigen *scapula*, dem starken *os coracoideum* und der *clavicula*. Gewöhnlich verschmelzen beide *claviculae* und bilden zusammen die sogenannte *furcula*, die Gabel. Mehrere Papageien verlieren die *furcula* ganz.

Das Schultergerüst der Säugethiere besteht in seiner Vollständigkeit aus drei Stücken: *os coracoideum*, *clavicula* und *scapula*. Das *os coracoideum* bleibt jedoch selbst in dem einen Falle, bei den Monotremen, wo es vom Schulterblatte zum Brustbein reicht, mit der *scapula* verschmolzen; bei allen übrigen Säugethieren erscheint es nur als *processus coracoideus*, ohne das Brustbein zu erreichen. Für die *clavicula* ist als Regel anzunehmen, dass sie bei denjenigen Säugethieren vorkommt, welche die vorderen Extremitäten nicht ausschliesslich zum Gehen gebrauchen, sondern auch zum Klettern und Graben, zum Ergreifen der Nahrung u. dergl. Daher besitzen sie z. B. viele Nager und Insectivoren, die Affen vollständig. Andere Nager (*Lepus* u. a.) haben sie unvollkommen. Bei den reissenden Thieren wird sie noch mehr rudimentär (*Felis*) oder verschwindet ganz.

Oberarm (*humerus*) und Vorderarm (*radius*, *ulna*) der Klassen von den Amphibien aufwärts bieten natürlich eine Menge Abänderungen. Besonders variirt das Verhältniss von Elle und Speiche nach der zu erzielenden Beweglichkeit und Drehbarkeit der Hand. Wird der Gebrauch der Hand einfacher, so tritt eine Verwachsung der beiden Knochen ein, und bei den Wiederkäuern wird damit das untere Ende der Elle rudimentär. Selbst bei den Pferden fehlt die untere Epiphyse der Elle nicht, ist jedoch, wie die obere, völlig mit derjenigen der Speiche verschmolzen. Bei den Fledermäusen ist die letztere der alleinige Unterarmknochen.

Am lehrreichsten ist die Vergleichung der Handwurzel (*carpus*). Die einfachsten oder ursprünglichsten Verhältnisse zeigen die Salamandrinen und Perennibranchiaten: eine erste Querreihe von Knorpeln und Knochen, bestehend aus dem an der Radialseite liegenden *radiale*, dem gegenüber liegenden *ulnare* und

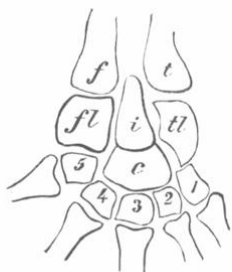


Fig. 87. Schema der Hand- und Fusswurzel des Salamanders (n. Wiedersheim.) *f* Fibula; *t* Tibia.

dem *intermedium*; eine zweite Querreihe, sich nach der Zahl der Finger, resp. Metacarpusknochen richtend, *carpalia*, wozu ein zwischen beide Reihen eingeschlossenes Stück kommt, das *centrale*. Bei den ungeschwänzten Amphibien, wo Radius und Ulna verschmelzen, fehlt aus der ersten Reihe das *intermedium*, und das *centrale* rückt ganz an die Aussenseite des *radiale*. Die *carpalia* verschmelzen zum Theil mit einander, z. B. *Bufo vulgaris* die *carpalia* 3, 4, 5. (Fig. 87).^{*}

Sehr auffallend stimmen im Bau des Carpus die Chelonier mit den geschwänzten Amphibien überein. Hier tritt auch ein dem *os pisiforme* der Säugethiere und des Menschen zu vergleichender Knochen auf, der in allen Fällen als ein Sesambein aufzufassen ist, an der menschlichen Hand eingefügt der Sehne des *extensor carpi ulnaris*.

An der Handwurzel der Saurier fehlt allgemein das *intermedium*; am meisten aber weicht diejenige der Crocodile von derjenigen ab, welche als Ausgangspunkt diente. Die Hauptbestandtheile sind *ulnare* und *radiale*; die zweite untergeordnete Reihe setzt sich aus dem an den inneren Handrand gerückten, die Stelle zweier Carpalien vertretenden *centrale* und einem grossen *carpale* (3 + 4 + 5) zusammen.

Im Carpus der Vögel finden wir nur das *radiale* und *ulnare*; jedoch hat A. Rosenberg gezeigt, dass in ähnlicher Weise wie am Tarsus (s. u.) ein Theil des embryonalen Carpus mit dem Metacarpus verschmilzt. Bei den Säugethiere aber erhebt sich die Zahl der Stücke des Carpus bei Ausbildung von fünf Fingern wieder auf neun und nähert sich auffallend den unteren Typen. Die specielleren Homologien sind aus der weiter unten folgenden Tabelle zu ersehen.

Zum Beckengürtel gehören jederseits drei Knochen, die aber ganz oder zum Theil verschwinden können und mehr oder minder mit einander verwachsen; es sind das Hüftbein (*os ileum*), Sitzbein (*os ischii*) und Schambein (*os pubis*).

In dieser Vollständigkeit ist es jedoch bei den Fischen noch nicht.

Bei den Selachiern kann man einen, ein längeres *basipterygium* tragenden Knorpel als Becken bezeichnen. Auf ihm sitzt

ein Knorpelstrahl unmittelbar auf, die übrigen auf dem *Basipterygium*. Die bei Ganoiden und Knochenfischen als Becken gedeuteten Theile scheinen nichts als Apophysen eines Metapterygiums zu sein.

Die Amphibien und Reptilien zeigen viele Verschiedenheiten. Unter den ersteren haben die Batrachier eine sehr auffallende Form des Beckens. Die Hüftbeine sind sehr lang und bilden mit ihrem hinteren, verbreiterten Theile einen Theil einer Scheibe, indem dieser sich mit dem Sitzbein und Schaambein verbindet, und indem die letzteren Knochen beider Seiten verschmelzen.

Ueber die Bedeutung der Beckentheile der Saurier bestehen verschiedene Ansichten. Der von Cuvier *os pubis* genannte Knochen soll nach Gorski u. A. ein *os ileopectineum* sein und dem *tuberculum ileopectineum* des Menschen entsprechen, ihr *os pubis* aber das *os ischii* Aut. sein und letzteres fehlen oder (Fürbringer, Leydig) mit jenem zu einem *os pubo-ischii* verschmolzen sein. Berücksichtigt man aber den Lauf des *nervus obturatorius* und seinen Durchtritt durch das wahre *foramen obturatorium* (Hoffmann) und die Entwicklung (Bunge), so erscheint die ältere Ansicht als die richtige. Auch die Schildkröten und Crocodile sind so aufzufassen, obwohl die *ossa pubis* der letzteren ganz von der Bildung des Hüftgelenkes ausgeschlossen sind.

Den Schlüssel zum Becken der Vögel geben die fossilen Ornithosceliden. Ihr Schambein hat zwei Aeste; der nach vorn und unten gerichtete entspricht dem Schambein unserer Reptilien, der nach hinten gerichtete, welcher dem verlängerten Sitzbein parallel läuft, dem der Vögel, deren Schambein also dem gleichnamigen Knochen der Saurier und Crocodilier nicht homolog ist.

Diesem Vogelschambein scheint auch das der Säuger zu entsprechen, da beide — anders als bei dem einheitlich angelegten Amphibien- und Reptilienbecken — von einem besonderen Ossificationspunkte ausgehen. Ueber die Bedeutung der beiden Geschlechtern gemeinsamen sogenannten Beutelknochen der Monotremen und Beutler, welche auf dem vorderen Schambeinrande sitzen, wird vielleicht die Entwicklungsgeschichte entscheiden.

Die Skelettheile des Ober- und Unterschenkels sind die Homologa von Ober- und Vorderarm, *femur* = *humerus*, *tibia* = *radius*, *fibula* = *ulna*. Man hat die *patella* für einen losgelösten, dem *olecranon* der Elle homologen Theil erklären wollen; allein die Entwicklungsgeschichte zeigt die Unzulässigkeit. Die Kniescheibe ist ein Sesambein aus der Sehne des *extensor cruris*.

Bei der Fusswurzel (*tarsus*) ergeben sich ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei der Handwurzel. Es ist wiederum auszugehen von den geschwänzten Amphibien (*Siredon*, *Menopoma*. Salamandrinen), wo drei Stücke — *fibulare*, *intermedium*, *tibiale* — an die Unterschenkelknochen stossen, ein viertes Stück — *centrale* — in der Mitte des Tarsus liegt und fünf *tarsalia* an die fünf Stücke des Mittelfusses (*metatarsus*) stossen. Sehr abweichend hiervon ist die Fusswurzel der Batrachier: *intermedium* und *centrale* fehlen; *tibiale* und *fibulare*, gewöhnlich *astragalus* und *calcaneus* genannt, haben die Form zweier längerer Röhrenknochen angenommen und von den *tarsalia* sind in der Regel nur die drei inneren, zuweilen verschmolzen, vorhanden. Die an der Innenfläche des Tarsus der Anuren gelegenen ein oder zwei Knorpel, welche über den Rand des Fusses vorspringen, lassen sich als Rest einer sechsten Zehe deuten, obwohl damit die unmittelbare Abstammung der Anuren von solchen Urodelen, welche den heutigen gleichen, ausgeschlossen ist (Born).

Von den Reptilien schliessen sich wieder die Schildkröten den ungeschwänzten Amphibien enger an, doch treten schon Verschmelzungen auf, welche bei den Eidechsen die Regel sind: die obere Reihe sammt dem *centrale* ist durch einen einzigen Knochen repräsentirt, welcher straff mit dem Unterschenkel verbunden ist, so dass das Fussgelenk ein Intertarsalgelenk wird. Abweichend beim Crokobil bleibt das *fibulare* selbständig und wird durch einen hinteren Fortsatz zu einem wahren *calcaneus*. Das *tibiale* ist aber mit *intermedium* und *centrale* verschmolzen, jedoch nicht das Homologon des *astragalus* der Säuger, in welchen das *centrale* (*naviculare*) nicht aufgegangen ist.

Eine höchst merkwürdige Mischform zeigt die fossile Sauriergattung *Compsognathus*. Der Fuss dieses Geschöpfes ist Reptilienfuss, insofern er getrennte Metatarsalien und Tarsalien besitzt, er ist aber Vogelfuss, da sein oberes Tarsalstück (resp. mehrere) mit der Tibia vereinigt ist. Einen vollkommenen Vogelfuss hat aber der *Archaeopteryx*.

Der Tarsus der Vögel wird embryonisch in mehreren Stücken angelegt. Die oberen verbinden sich sehr früh mit der Tibia, das untere verschmilzt mit dem Mittelfusse. Letzterer besteht beim Embryo aus drei parallelen Knochen, welche bei *Aptenodytes* in der Mitte getrennt erhalten bleiben. Dem Einen grossen „Laufknochen“ ist

bei den vierzehigen Vögeln am unteren Ende noch ein kleineres, die vierte Zehe tragendes Stück angefügt. (Fig. 88.)

Der Tarsus der Säugethiere mit vollkommen entwickelten Zehen (sämmtliche Unguiculaten) kann aus dem der geschwänzten Amphibien oder Schildkröten abgeleitet werden. Bei rudimentärer Entwicklung einzelner Zehen verschmelzen entweder einzelne Stücke mit einander oder einzelne Theile der zweiten Reihe des Tarsus verkümmern.

Hinsichtlich der Reductionen innerhalb der beiden Extremitäten *Ulna* und *Fibula*, *Metacarpale* und *Metatarsale* II, IV und V mit zugehörigen Fingern und Zehen), so wie der stärkeren Entwicklung einzelner Theile (*Radius* und *Tibia*; *Metarcarpale* und *Metatarsale*, dritter Finger und dritte Zehe) bilden *Tapirus*, die jüngst entdeckten amerikanischen vierzehigen Pferde, *Palacotherium*, *Anchitherium*, *Hipparion* und *Equus* eine interessante Reihe.

Die Homologien zwischen vorderer und hinterer Extremität sind (nach Gegenbaur) in folgender Tabelle übersichtlich:

Schultergürtel.		Beckengürtel.	
scapula	=	ileum	
procoracoid	=	os pubis	
coracoid	=	os ischii	
clavicula	=	fehlt	
Vordere Extremität.		Hintere Extremität.	
humerus	=	femur	
radius.	=	tibia	
ulna	=	fibula	
Carpus		Tarsus	
in primitiver Form	in umgebildeter Form	in primitiver Form	in umgebildeter Form
radiale	= naviculare	= tibiale	{ = astragalus
intermedium	= lunatum	= intermedium	
ulnare	= triquetrum	= fibulare	= calcaneus
centrale	= centrale	= centrale	= naviculare
bei Nagern, Insectivoren und Affen.			
carpale ¹	= multangulum majus	= tarsale ¹	= cuneiforme I
carpale ²	= multangulum minus	= tarsale ²	= cuneiforme II
carpale ³	= capitatum	= tarsale ³	= cuneiforme III
carpale ⁴	{ = hamatum	{ tarsale ⁴ tarsale ⁵	{ = cuboideum
carpale ⁵			



Fig. 88. Embryonales Fussgelenk der Seeschwalbe (n. Morse.) *f* Fibula; *t* Tibia; *i* Intermedium; *c* Centrale; *m* Metacarpalia.

Kopfskelet¹⁾.

Wir besitzen im *Amphioxus* ein Wirbelthier, bei welchem es noch nicht zu einer Concentration und Faltung der vorderen Partie des centralen Nervensystems, zur Bildung eines Gehirns und mithin auch nicht einer vor der übrigen Hülle des Rückenmarkes sich auszeichnenden Schädelkapsel gekommen ist. Wohl aber liegt unterhalb des vorderen Chorda- und Rückenmarktheiles eine ganze Reihe paariger knorpelartiger Bogen, welche den Eingang des Verdauungskanales und die Kiemenhöhle umspannen, schon hier als Visceralskelet sich darstellen und in verminderter Anzahl und sehr verschiedenartiger Verwendung auch bei allen übrigen Wirbelthieren in Verbindung mit dem Schädel das Kopfskelet bilden. Trotz der engen Beziehungen beider Theile zu einander empfiehlt es sich, Schädel und Visceralskelet gesondert zu betrachten.

Schädel. Unter allen Umständen entsteht der Schädel in Continuität mit der primären Wirbelsäule oder dem knorpeligen Rückenmarkrohr und ist als Primordialschädel eine aus einem Stücke bestehende Knorpelkapsel mit einer Höhlung für das Gehirn und seitlichen Höhlen und Vertiefungen für die Sinnesorgane. In diesem Zustande verharret der Schädel bei den Cyclostomen und Selachiern, zum Theil auch den Knorpelganoiden, während bei den übrigen Fischen und den andern Wirbelthieren der Primordialschädel zum Theil, d. i. mit Erhaltung einzelner Knorpelpartien, oder ganz dem knöchernen, aus einzelnen Knochen bestehenden Schädel Platz macht.

Bei den Cyclostomen wird der untere Theil des Hinterhauptes durch einen aus der äusseren Scheide der Chorda hervorgehenden Knorpel gebildet, in welchen sich auch die Spitze der *chorda dorsalis* hineinstreckt, und die seitlich ein Paar blasige Auftreibungen, die Gehörkapseln, trägt. Zwei vordere divergirende Fortsätze hängen mit den Gesichtsknorpeln zusammen. Ueber diesem *os basilare*, mit ihm fest verwachsen und zwischen den Gehörblasen und den Fortsätzen liegt die knorpelhäutige (*Ammocoetes*, *Myxine*) oder mehr (*Petromyzon*) oder minder (*Bdellostoma*) verknorpelte Gehirnkapsel, eine unmittelbare Fortsetzung des Rückenmarksröhres, an welche sich nach vorn die Nasenkapsel anschliesst.

1) Gegenbaur, d. Kopfskelet der Selachier. 1872.

Parker und Bettany, die Morphologie des Schädels. Uebers. von Vetter. 1879.

Durch den Mangel an Kiefern und überhaupt des Visceralskelets unterscheiden sich die Rundmäuler von allen höheren Wirbelthieren.

Der einheitliche Knorpelschädel der Selachier zerfällt je nach seinen Beziehungen zum Hirn und den höheren Sinneswerkzeugen in sich von selbst ergebende (Occipital-, Labyrinth-, Orbital-, Ethmoidal-) Regionen. Es tritt aber gleich die Nothwendigkeit ein, die zwei vorderen Visceralbogen zu untersuchen, indem bei den Knochenfischen und höheren Wirbelthieren die meisten aus ihnen hervorgehenden Theile sich enger mit dem Schädel verbinden. Der erste Visceralbogen bildet bei den Selachiern die Kiefer, jedoch entspricht der Oberkiefer derselben nicht dem gleichnamigen Knochen der Knochenfische u. s. w., sondern den Knochen der Gaumenregion nebst dem unteren Stücke des Kieferstieles, dem Quadratum der früheren Zootomen (*quadrato-jugale* von Joh. Müller) und heisst daher *os palatoquadratum*. Aus dem zweiten Visceralbogen geht unten das Zungenbein, oben ein von diesem zum Schädel führender Stiel hervor, welcher sich jedoch auch mit dem Kieferbogen in Verbindung setzt und deshalb *hyomandibulare* genannt wurde. (Fig. 89.)

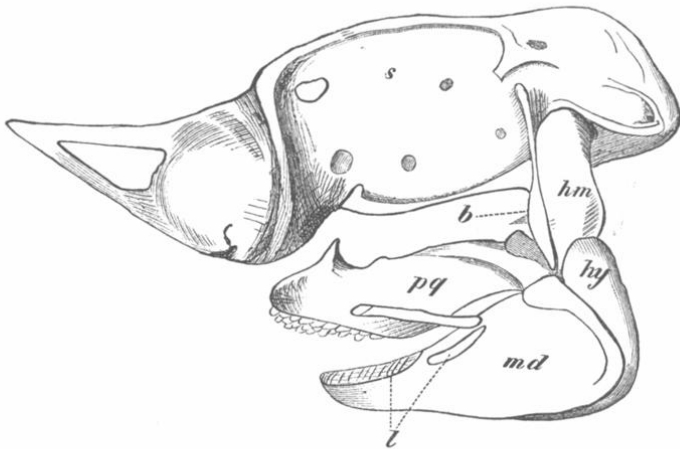


Fig. 89. Kopfskelet eines Hays (*Galeus*) (n. Gegenbaur). *s* Schädelkapsel; *pq* Palatoquadratum; *md* Unterkiefer oder Meckelscher Knorpel; *l* Lippenknorpel; *hm* Hyomandibulare; *hy* Zungenbeinhorn; *b* Band.

Bei den Stören beginnt die Bedeckung des Primordialsschädels durch sogenannte sekundäre Knochen. Auf dem Axentheile, welcher bei den höheren Thieren durch das Keilbein — *sphenoideum* — eingenommen wird, liegt ein ausgedehntes *parasphenoideum*, und oben und seitlich treten Hautknochen in unmittelbare Verbindung

mit der Knorpelkapsel. Kiefer und Zungenbogen verhalten sich wesentlich wie bei den Selachiern. In den Knochen-Ganoiden sind dann jene Umwandlungen vor sich gegangen, welche zu den Knochenfischen führen.

Auch bei den meisten Knochenfischen¹⁾, in ausgedehnter Weise z. B. beim Hecht und Lachs, bleiben zeitlebens Theile des knorpeligen Schädels bestehen, auch wenn sie von den über ihnen bildenden Knochen bedeckt sind; im Allgemeinen macht der Schädel den Eindruck, „knöchern“ zu sein, und geht ein grosser Theil dieser Knochen zwar nicht aus dem Knorpel hervor, setzt sich aber, unter Schwund des letzteren, an seine Stelle. Am Hinterhaupt unterscheiden wir das *os occipitale basilare*, 2 *occipitalia lateralia* und das *occ. superius*. Die Ohrgegend wird von drei Knochen gebildet; hinten liegt das sehr variable *opisthoticum* (*intercalare* Vrolik) oben und hinten das *epioticum* (*occipitale externum* Autt.), und vor dem ersteren das *prooticum*. Alle bisher genannten Knochen sind, bis auf das zweifelhafte *intercalare*, integrierende primordiale Bestandtheile des Schädels. Als Deckknochen tritt in der Schläfengegend eine Schuppe, *squamosum* (*Cuviers mastoideum*) hinzu. (Fig. 90.)

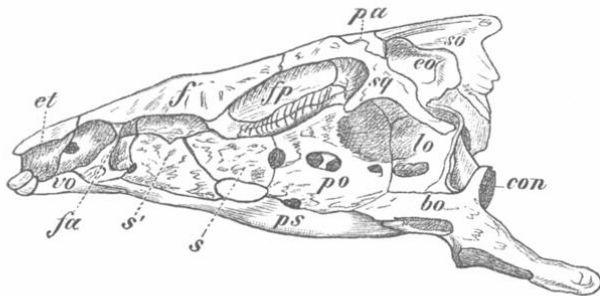


Fig. 90. Schädel des Karpfen, nach Entfernung der loseren Theile (n. Brühl). *bo* unt. Hinterhauptbn.; *con* Condylus; *lo* seitr. Hinthauptbn.; *so* Schuppe d. Hhptbns; *eo* epioticum; *sg* Schuppenbein; *po* prooticum; *ps* Parasphenoid; *s'* sphenoidale Theile; *vo* Pflugschar; *et* Ethmoideum; *f* Stirnbein; *fa* vorderes, *fp* hinteres Stirnbein; *pa* Scheitelbein.

An der Schädelbasis findet sich sehr regelmässig ein grosses *parasphenoidium* als Deckknochen, über dessen hinterem Theile nicht selten ein kleineres *sphenoidium basilare* vorhanden. Dasselbe wird jedoch von dem *prooticum* d. i. dem *petrosus* Autt., überdeckt, dass es von der Begränzung der Schädelhöhle ausgeschlossen ist. Zwei andere paarige primäre Knochen dieser Region sind das *sphenoidium*

1) J. Vrolik, Studien über die Verknöcherung und die Knochen des Schädels der Teleostier. Niederl. Arch. f. Zool. I. 1873.

posterius und *anterior*. Als Belegknochen der Scheitelregion finden wir die 2 *parietalia* und die *frontalia*, bei welchen letzteren die grossen mittleren *frontalia principalia* und die nach auswärts gelegenen *front. posteriora* und *anteriora* zu unterscheiden sind. Endlich hebt sich als ein grosses vorderes Schlussstück der Schädelkapsel das nach vorn verlängerte *ethmoideum* ab, auf welches sich oben das *nasale*, unten der secundär entstehende *vomer* legt.

Der *ethmoideum* genannte Theil steht immer in enger Beziehung zur vorderen Schädelhöhle, d. h. dem vor der Sattelgrube des Keilbeins liegenden Theile der Schädelhöhle. Wo eine solche in grösserer Ausdehnung vorhanden, gehen die beiden seitlichen Anlagen des Ethmoideum — die embryonalen „Balken“ (Rathke) — indem sie grössten Theils getrennt bleiben, in der Umwandlung der v. Schädelhöhle auf. So bei den Selachiern, Cyprinus, den Amphibien, Schlangen. Bei Verkürzung der vorderen Schädelhöhle, nämlich bei den meisten Knochenfischen, den übrigen Reptilien und den Vögeln verschmilzt das Ethmoideum grössten Theils zu einer einheitlichen Interorbitalwand. Die verwickelteren Verhältnisse bei den Säugern sind von den Amphibien her zu erklären¹⁾.

Jene Partie, welche oben als *hyomandibulare* und *palato-quadratum* bezeichnet wurde, ist bei den Knochenfischen als Unterkieferstiel und Gaumenbogen vorhanden. Jener besteht in der Regel aus vier Theilen, von denen der obere (*quadratum* Joh. M.) sammt dem mittleren hinteren (*symplecticum* Cuv.) dem *hyomandibulare* entsprechen, das mittlere vordere aber (*tympanicum* Cuv. und das untere *quadratojugale* J. M. oder *quadratum* Autt.) aus dem Palatoquadrat-Knorpel hervorgegangen sind. Die Gruppe der Gaumenknochen, der andere Theil des Palat-Knorpels besteht aus *pterygoideum posterius* und *anterior* sive *transversum*, und *palatinum*. Denn nun sind als eigentliche Oberkieferknochen das *maxillare* und *praemaxillare* aufgetreten, als deren Vorläufer man die oben nicht erwähnten unbedeutenden Lippenknorpel der Selachier ansieht. Jede Unterkieferhälfte aber besteht aus dem Meckelschen Knorpel + einigen Deckstücken. Der hintere Theil jenes ist als articulare verknöchert. Deckstücke sind das dentale, angulare und das oft fehlende innen liegende operculare. Ueber die Kiemendeckel unten. Ganz untergeordnete Theile des Hautskelets sind die in

1) Das Nähere bei Götze, Unke.

einem Bogen unter und hinter dem Auge sich hinziehenden *ossa infraorbitalia*, besonders ausgedehnt in der Familie der Panzerwangen. (Fig. 91.)

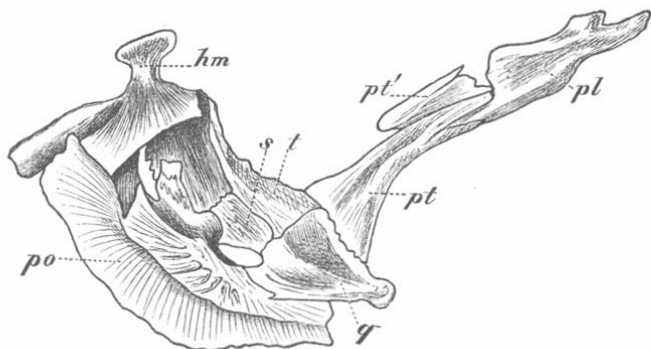


Fig. 91. R. Unterkieferstiel u. Gaumenbogen des Dorsches. *hm* Hyomandibulare, wovon abgegliedert *s* Symplecticum; *t* Tympanicum; *g* Quadratum; *pt* Pterygoideum anterius; *pt'* Pter. posterius; *pl* Palatinum; *po* Praeoperculum.

Auch am Amphibien-Schädel unterscheidet man einen knorpeligen Primordialtheil mit seinen enchondrostotischen Verknöcherungen und die Belegknochen. Der erstere bildet ein ähnliches Ganzes, wie bei den Selachiern. Die Hinterhauptregion besteht nur aus den beiden verknöchernden *occipitalia lateralia*, welche die beiden Gelenkhöcker bilden. (Fig. 92.) Auch das Labyrinth befindet sich zum Theil in einer seitwärts von den *ossa occipitalia* liegenden Verknöcherungen (zum Theil in den Hinterhauptbeinen selbst), welche gewöhnlich als *os petrosum*, neuerlich als *prooticum* bezeichnet wird. Nach aussen von der Ohrgegend tritt ein starker Knorpelstiel hervor, welcher dem *quadratum* entspricht und grösstentheils von einem Deckknochen, dem *squamosum*, belegt ist. In der vorderen, der Ethmoidalregion, verknöchert auch ein Theil, am stärksten bei den Fröschen zu einem ringförmigen Stück, dem Gürtelbein (*os en ceinture* Cuv.). Dasselbe ist weder als Stirnbein noch als Orbitosphenoid aufzufassen, sondern als eine Bildung eigener Art, im Sinne eines Riechbeins. Alle übrigen Bestandtheile des Amphibienschädels sind Belegknochen. Oben finden wir die *parietalia* und *frontalia*, bei den Fröschen jederseits zu einem *frontoparietale* verschmolzen, vor ihnen die *nasalia*. Längs der Basis des Knorpelschädels erstreckt sich das *parasphenoideum*. Auf dem knorpeligen Theile des Unterkieferstieles liegt das schon von Cuvier als Träger des Trommelfelles benannte *tympanicum*, unter

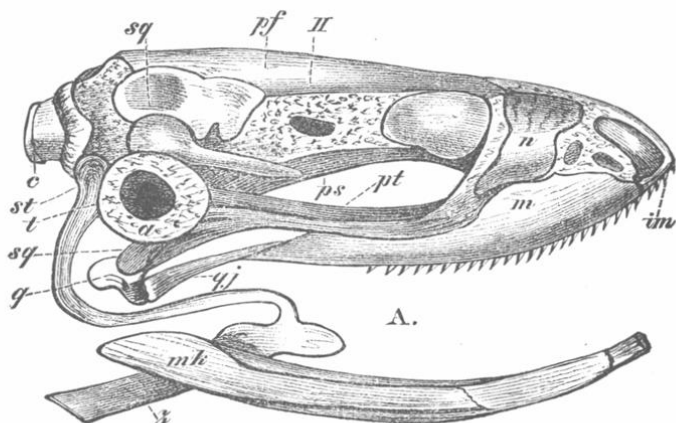
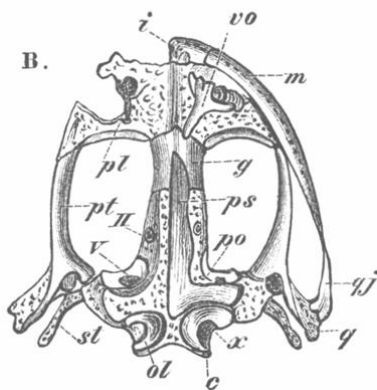


Fig. 92. Schädel des Frosches, A. von d. Seite, B. von unten, Belegknochen rechts entfernt (n. Parker u. Bettany). *c* Condylus; *ol* seitr. Hinterhauptsbn.; *pf* Scheitelstirnb.; *n* Nasenbn.; *i* Zwischenkiefer; *m* Oberkfr.; *vo* Pflugscharbn.; *ps* Parasphenoid; *pt* Flügelbn.; *pl* Gaumenbn.; *ji* Quadratjochbn.; *q* Quadratbn.; *ty* Trommelfell; *a* Trommelring; *st* Steigbügel; *sq* Schuppe; *z* Zungenbeinkörper; *mk* Meckelscher Knorpel; *II* Opticusloch; *V* Trigeminus; *x* Glossopharyngeus, Vagus.



ihm das in Fortsätze ausgehende *pterygoideum*, welches vorn an das quer gelagerte *palatinum* stösst. Noch weiter nach vorn liegt der paarige *vomer*. Zwischenkiefer und Oberkiefer bilden einen Bogen, der nach hinten bis zum Unterkieferträger durch einen Knochen, welcher theilweise auch die Gelenkfläche für den Unterkiefer bildet, vervollständigt wird, das kleine griffelförmige *quadratojugale*. Der Unterkiefer behält, wenn auch oft in geringer Ausdehnung, seine knorpelige Grundlage, und bleibt dieselbe namentlich als Gelenkverbindung mit dem Suspensorium als *articulare* bestehen.

Die Uebereinstimmung der Reptilien mit den Vögeln zeigt sich namentlich auch im Schädel. Bei beiden wird nur ein Gelenkkopf durch das *occipitale basilare* mit Hinzutreten der Seitentheile gebildet. Der Unterkiefer ist durch das Quadratbein mit

der Gehirnkapsel verbunden, zeigt auch eine gleiche Zusammensetzung, welche sich bei manchen Formen in jeder Hälfte auf 6 Stück steigert. Im Allgemeinen ist bei den Reptilien der Gesichtstheil weit mächtiger entwickelt, als die Gehirnkapsel, so dass dieselbe sogar bei den Crokodilen und Schildkröten durch Ausdehnung der Gaumen- und Stielpartie seitlich und unten fast ganz verdeckt wird. Der Vogelschädel hingegen bekommt seine charakteristische Gestalt durch das verhältnissmässig weit grössere Gehirnvolumen und das Schmächtigerwerden der Kiefertheile, der Gaumentheile und des Jochbogens. Auch zeichnet sich der Vogelschädel durch eine frühe und sehr vollständige Verwachsung der die Schädelkapsel bildenden Theile aus. Hiervon abgesehen, bewegen sich die Modifikationen des Schädels der Sauropsiden hauptsächlich in der Gaumen-, Jochbogen- und Quadratbein-Gegend, und ist in dieser Hinsicht die Entfernung zwischen ächten Eidechsen und ächten Schlangen grösser als zwischen ersteren und den Vögeln. Dies vorausgeschickt, gestalten sich die Eigenthümlichkeiten und wesentlichsten Variationen der einzelnen Regionen und Theile wie folgt. Von den vier Theilen des *occipitale* nimmt bei den Schildkröten (Fig. 93) das *os superius* eine abweichende Gestalt an, indem es seitlich zusammengedrückt hinten hinaus in einen ansehn-

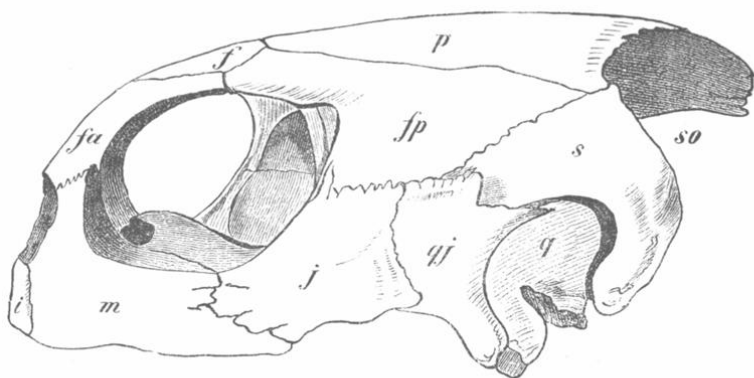


Fig. 93. Schädel der *Chelonia midas*. so Hinterhauptsschuppe; p Scheitelbein; f Stirnbn.; fp hinteres Stirnbn.; fa vorderes Stirnbn.; i Zwischenkiefer; m Oberkfr.; j Jochbn.; jj Quadratjochbn.; q Quadratbn.; s Schuppe.

lichen Fortsatz verlängert wird. Die die Ohrkapsel bildenden Theile lassen sich, ehe die Verschmelzungen eintreten, überall als *opisthoticum*, *prooticum* (*petrosum* *Autt.*) und *epioticum* unterscheiden, ohne dass eine wahre Homologie mit den gleich benannten Theilen

des Fischschädels vorliegt. Das letztere verschmilzt immer mit dem *occip. superius*, das erste bleibt bei den Schildkröten für sich bestehen. Die gänzliche Verwachsung aller dieser Theile unter sich und den Umgebungen tritt bei den Vögeln ein. Es kommt dazu ein *os squamosum*, mit welchem nach unten und aussen das *quadratum* sich in Verbindung setzt, und welches bei den Schlangen, von länglicher Gestalt, mit den benachbarten Theilen weniger fest verbunden ist.

Vom *sphenoideum* ist nur der hintere Theil ansehnlicher entwickelt; an ihn schliesst sich in der Regel ein Stiel an, auch Keilbeinschnabel genannt. Aeusserst variabel sind die Flügeltheile. Die *alae magnae* (Alisphenoide) kommen bei den Crokodilen und Vögeln, rudimentär bei den Schildkröten vor. Bei den Sauriern finden sich statt derselben theilweise ossificirte Membranen (*Columella*). Die Schlangen haben keine Spur davon. Eigentliche *alae parvae* (Orbitosphenoide) fehlen den Reptilien. Unter den Vögeln besitzen sie nur die Strausse. (Fig. 94.)

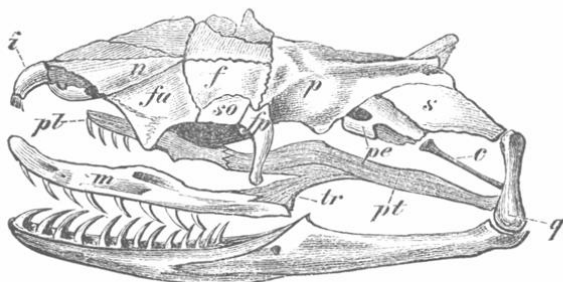


Fig. 94. Schädel von *Python*. *n* Nasenbn.; *so* Oberaugenhöhlenknochen; *pe* Felsenbn.; *c* Columella; *pt* Flügelbn.; *fr* äusseres Flügelb.; *pl* Gaumenbn.

Das *os parietale* ist einfach bei den Eidechsen, Schlangen und Crokodilen, paarig bei den Schildkröten und Vögeln.

Höchst veränderlich zeigt sich auch die Stirnregion. Eidechsen und Crocodile haben ein *frontale principale*, die übrigen ein paariges. Bei den Reptilien kommen dazu die *frontalia posteriora* und *anteriora*, letztere getrennt durch die *ossa nasal*a. Nur bei den Schildkröten, denen die Nasenbeine fehlen, stossen sie in der Mittellinie zusammen. Ein vor und seitlich von dem vorderen Stirnbein liegendes *os lacrymale* findet sich bei den Sauriern und Crokodilen und ist auch bei den Vögeln in der Regel ein beträchtlicher, die Augenhöhle vorn und oben begränzender Knochen.

Von der dem Geruchsorgan angehörigen Gruppe sind die Nasen-

beine schon erwähnt. Ein ausgebildetes knöchernes *ethmoideum* fehlt den Reptilien. Das Siebbein der Vögel ist eine grosse unpaarige, mitunter auf der Schädeloberfläche zu Tage tretende Platte, welche namentlich zur Bildung der Augenhöhle namentlich zur Bildung der Augenhöhle namentlich zur Bildung der Augenhöhle beiträgt. Unbedeutender sind die von dem vorderen Rande der Mittelplatte ausgehenden Seitentheile des Riechbeines. Eine Eigenthümlichkeit der Nasenbeine der Vögel besteht darin, dass sie theilweise, seltner völlig durch den mittleren aufsteigenden Ast des Zwischenkiefers getrennt werden. Der *vomer* zerfällt bei den meisten Reptilien — den Crokodilen fehlt er — in zwei seitliche Hälften. Nur bei den Cheloniern ist er unpaar, ebenso bei den Vögeln, unter denen jedoch mehrere strausenartige (z. B. *Dromaeus novae Hollandiae*) die ursprüngliche Trennung erkennen lassen.

Nie fehlt den Reptilien und Vögeln das dem unteren Theile des *palato-quadrum* der niederen Wirbelthiere entsprechende *os quadratum*, welches, ob beweglich oder unbeweglich, oben sich mit dem als *squamosum* bezeichneten Knochen verbindet, unten die Gelenkfläche für den Unterkiefer bietet. Zugleich ist es auch durch den Jochbogen oder den Gaumenapparat oder beide zugleich mit dem Oberkiefer in Verbindung. Bei den Crokodilen, Schildkröten und vielen Eidechsen ist das Quadratbein unbeweglich, bei den Schlangen und Vögeln in Gelenkverbindung mit jenen Knochen. Die eine Knochengruppe also, welche aussen am Schädel verläuft, der Jochbogen besteht vollständig aus dem an das Quadratbein anstossenden Quadratjochbein (dem *os quadrato-jugale*) und dem *os jugale*. Die Verbindung beider Theile unter einander, des Jochbeins mit dem Oberkiefer und des Quadratjochbeins mit dem Quadratbein ist bei den Crokodilen und Cheloniern eine sehr feste. Bei den Crokodilen legt sich das Quadratjochbein an die ganze äussere vordere Kante des Quadratbeins, und dieselbe Lage hat es bei den Seeschildkröten; dagegen ist es bei den Landschildkröten an den oberen, vorderen Theil des Quadratbeins gerückt.

Bei den Eidechsen tritt allmählig eine Verkümmernng des Jochbeins ein. Nur einzelne, wie *Stellio*, haben Jochbein und Quadratjochbein vollständig, dann löst sich das Jochbein vom Quadratjochbein los, bei *Monitor*, und der Uebergang zu den Schlangen ist vollendet durch *Gecko*, wo beide, den Schlangen gänzlich mangelnde Knochen sehr rudimentär sind oder auch fehlen. Bei den Vögeln erscheint der Jochbogen als ein dünner langer Stiel, durch welchen

bei der Vorwärts- und Aufwärtsbewegung des unteren Endes des Quadratbeins auch der Oberkiefer mit gehoben wird.

Die Flügel- und Gaumenbeine, *ossa pterygoidea* und *palatina*, treten mit der Schädelaxe und unter sich mit ihrem inneren Rande in feste Verbindung, wogegen bei Sauriern und Schlangen die Befestigung an Keilbein und Pflugscharbein sehr gering wird oder wegfällt, und sie dann lediglich als Verbindung des Oberkiefers mit dem Suspensorium des Unterkiefers dienen. Bei den Sauriern, Schlangen und Crocodilen tritt mit wenigen Ausnahmen, ausser dass das Gaumenbein zum Oberkiefer geht, noch ein Zwischenglied zwischen Oberkiefer und Flügelbein auf, das *os transversum* s. *pterygoideum externum*. Bei einigen Schildkröten (*Testudo*, *Trionyx*) berührt das Flügelbein selbst das hintere Ende des Oberkiefers. Bei den Schlangen, denen Joch- und Quadratjochbein fehlen, ist der Gaumenbogen die einzige bewegliche und verschiebbare Brücke zwischen Oberkiefer und Quadratbein geworden.

Auch bei den Vögeln sind die Verbindungen, welche die beiden Theile des Gaumenbogens eingehen, nur lose. Das Flügelbein geht vom Quadratbein zur Schädelaxe, das Gaumenbein von hier zum Oberkiefer an einen nach innen gerichteten Fortsatz des Oberkiefers. Bei den meisten straussartigen Vögeln — nicht beim Strauss — tritt jedoch der *vomer* zwischen das vordere Ende des Flügelbeins und das hintere des Gaumenbeins einerseits und den Keilbeinschnabel, während bei den anderen die Gaumen- und Flügelknochen direkt mit dem Keilbeinschnabel artikuliren. (Fig. 95.)

Von den Oberkiefertheilen ist meist das *maxillare* der Hauptknochen. Nur bei den Vögeln wird er vom *intermaxillare* übertroffen. Das letz-

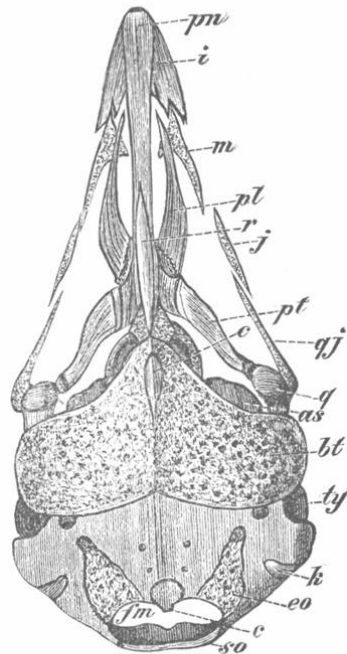


Fig. 95. Schädel des Hühnerembryo, gegen 10 Tage, von unten (n. Parker u. Bettany). *fm* Hinterhauptloch; *c* chorda; *eo* seidl. Hinterhauptsbein; *k* hinterer halbcirkelförm. Kanal; *ty* Paukenhöhle; *bt* grosser Schläfenknorpel; *as* Keilbeinknorpel; *r* Keilbeinschnabel, dahinter die Verknöcherungspunkte des Keilbeins; *pm* Praenasalknorpel.

tere ist bei den Crokodilen und Schildkröten (mit Ausnahme von *Chelys*) paarig, bei den übrigen Reptilien (mit Ausnahme der Scincoiden) und den Vögeln verschmelzen die beiden Hälften. Der Zwischenkiefer der Vögel sendet ein Paar Fortsätze zwischen die Nasenbeine bis zur Stirn.

Auch in der Zusammensetzung des Unterkiefers herrscht zwischen Reptilien und Vögeln die grösste Uebereinstimmung. Er besteht aus folgenden Stücken, welche bei den Vögeln verschmelzen: 1) das Zahnstück, *os dentale*; 2) das Gelenkstück, *os articulare*; 3) das hintere Ausfüllungsstück, *os angulare*; 4) das äussere Ausfüllungsstück, *os supraangulare*; 5) das innere Ausfüllungsstück, *os operculare*; 6) das Kronenstück, *os complementare*. Von diesen Knochen fehlen den Schlangen, namentlich den giftigen, mehrere. Bei den *Eurystomi* sind die Kieferäste nur durch Band mit einander verbunden. Von den besprochenen Theilen des Reptilien- und Vogel-Schädels erweisen sich als Deckknochen das: *parietale*, *squamosum*, *frontale*, *postfrontale*, *vomer*, *nasalia*, *lacrimalia*, *jugale*, *quadradojugale*, *maxillare*, *intermaxillare*. Von dem knorpeligen *maxillare inferius*, dem Meckelschen Knorpel, rührt das *articulare* her. Die übrigen Theile sind Belegstücke, durch welche der Knorpel nach und nach verdrängt wird.

Bei den Säugethieren ist die Betheiligung von Belegknochen an der unmittelbaren Umschliessung des Gehirns noch beträchtlicher, als bei den vorhergehenden Klassen, was durch den unvollständigen Zustand des Primordialcraniums herbeigeführt wird. Charakteristisch ist die feste Verbindung der Gesichtsknochen unter sich und mit der Schädelkapsel, die Reduktion des Jochbogens auf das Jochbein und die Verwendung des oberen Theiles des Meckelschen Knorpels zur Bildung des äusseren Gehörknöchelchens, des Hammers. Ein besonderes Quadratbein gliedert sich vom Gaumenbogen nicht ab ¹⁾).

Von den 4 Theilen des Hinterhauptbeins geben die zwei seitlichen die *condyli occipitales* ab und wachsen häufig (z. B. Schwein) in *processus paramastoidei* aus. Das *sphenoideum* besteht allgemein aus zwei Theilen, dem *sph. posterius* und *anterior*; jenem gehören die *alae magnae* s. *temporales*, diesem die *alae parvae* s. *orbitales* an.

1) Die Angaben, dass das Quadratbein der niederen Wirbelthiere im Ambos der oder einiger Säuger wiederkehre, muss wohl von neuem geprüft werden. S. u. S. 267.

Das Siebbein bildet durch die gewöhnlich mehr als beim Menschen entwickelte Siebplatte den vorderen Schluss der Schädelhöhle. Mit Ausnahme der Affen und einiger Gürtelthiere fehlt die Orbitalplatte des Siebbeins, das sogenannte *os planum* oder die *lamina papyracea*. Sehr mannigfaltig sind die vom Siebbein ausgehenden Muschelbildungen und die mit der Hauptplatte wechselnde Stellung der Nasenscheidewand, an welche sich das Pflugscharbein anschliesst.

Die Scheitelbeine werden selten dadurch, dass sich Stirnbein und Hinterhauptschuppe berühren, von einander gedrängt, wie bei den Cetaceen. Sehr häufig ist noch ein Zwischenscheitelbein, *interparietale*, vorhanden, was sich als Schaltknochen namentlich bei Nagern und Wiederkäuern zwischen die Hinterhauptschuppe und die Scheitelbeine einschiebt. Das Stirnbein besteht immer aus zwei Hälften, welche nicht selten, am vollkommensten bei den Affen, wie beim Menschen zu einer Platte verschmelzen. Viele Veränderungen bieten die Nasenbeine dar; sie sind bei den meisten Ordnungen von beträchtlicher Länge, bei den Cetaceen aber mit der Verkümmern und Umgestaltung des Geruchsorganes auf ein Paar kleine, die Nasenhöhle nicht mehr deckende Platten reducirt. Auch die Thränenbeine variiren sehr. Es fehlt den Robben und ist bei *Manis* innig mit dem Oberkiefer verwachsen, bei den Delphinen mit dem Jochbein. Nach anderen Angaben fehlt es auch den Delphinen.

Die Partie des Säugethierschädels, welche man gewöhnlich als die Schläfenbeingruppe bezeichnet, ist aus sehr verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt. Die das innere Ohr umschliessenden Partien, knorpelig angelegt, bilden das Felsenbein mit seinem Anhang dem Zitzenfortsatz, *processus mastoideus*. Letzterer kann ganz fehlen, so bei den Monotremen und ächten Cetaceen. Dazu kommt als Belegknochen der das Trommelfell ausspannende Trommelknochen, *os tympanicum*, durch dessen Auftreibung die besonders bei Nagern und reissenden Thieren sehr beträchtliche *bulla ossea* entsteht. Auch die Schuppe, welche bei keinem Säuger so ausgedehnt, wie beim Menschen, zur Ergänzung der Schädelwandung beiträgt, ist, wie überall, Belegknochen. Sie giebt die Gelenkfläche für den Unterkiefer und verlängert sich in einen Jochfortsatz.

Ein dem Quadratjochbein entsprechender Theil fehlt den Säugethieren. Dagegen ist die Verbindung des Oberkiefers mit dem Joch-

fortsatz der Schläfenschuppe durch das Jochbein sehr constant, und nur einige Edentaten, deren Jochbein nicht bis zum Schläfenbeine reicht, und einige Andere (*Centetes*, *Manis*, *Sorex*), die gar kein Jochbein haben, machen eine Ausnahme. Die Verbindung des Jochbeins mit dem Jochfortsatze des Stirnbeins kommt, ausser beim Menschen, auch bei den Affen, den Ein- und Zweihufern u. a. vor. Die Lagerung des Gaumenbogens zur Schädelaxe und der oberen Kinnlade erinnert an die Crokodile. Beim Menschen ist das Flügelbein (als *ala pterygoidea interna*) sehr eng mit dem Flügelfortsatz des Keilbeins verbunden und hat überhaupt eine sehr geringe Ausdehnung. Ein ähnliches Verhalten zwischen beiden Theilen findet bei den Affen und Halbaffen statt. Auch bei den Pachydermen tritt das Flügelbein gegen den Flügelfortsatz zurück. Bei den Wiederkäuern, zu welchen das Pferd führt, halten sich Flügelbein und Flügelfortsatz schon die Wage, und in der Ordnung der Nager (z. B. bei *Castor*, *Hystrix*) nimmt der Flügelfortsatz im Gegensatz zum Flügelbein mehr und mehr ab, bis er bei den Beutlern ganz rudimentär wird oder verschwindet. So ist es auch bei den meisten Fleischfressern. Die Edentaten und Monotremen haben keine Spur von Flügelfortsätzen. Das Gaumenbein wird bei den Säugern mehr äusserlich sichtbar, als beim Menschen; in dem Maasse, als das Flügelbein sich von dem Oberkiefer entfernt, und je grösser diese Entfernung ist, desto niedriger pflegen beide Knochen zu werden. In Bezug auf die Höhe der Knochen schliessen sich daher an den Menschen der Elephant, das Känguruh, die pflanzenfressenden Cetaceen an. Grösse und Ausdehnung des Oberkiefers richtet sich in der Regel nach der Bezeichnung (vergl. jedoch *Myrmecophaga*). Zwischen seine beiden Theile ist vorn der ebenfalls immer paarige Zwischenkiefer, der Träger der Schneidezähne, eingeschoben, sein Umfang hält daher auch mit der Entwicklung dieser Zähne gleichen Schritt. Nur bei den meisten Affen und dem Menschen verwächst er in der Mitte und mit dem Oberkiefer.

Höchst interessante Resultate ergeben sich aus der Vergleichung des Schädels des jungen Thieres mit dem des alten. Die noch mangelhafte Bezeichnung bedingt ein Zurücktretten des ganzen Gesichtstheiles. Die Schädelkapsel ist anfangs abgerundeter, und erst mit zunehmendem Alter, mit der allmäligen Entfaltung des Gebisses treten in Folge der mechanischen Wirkungen der Muskeln jene Leisten und Kämme hervor, die Zeichen der Kraft und Wild-

heit, welche zum Theil im Zustande der Zähmung eine Rückbildung erleiden. Andere sehr bemerkenswerthe Verschiebungen betreffen namentlich die Scheitel-Hinterhauptsgegend. Wale. Rind.

Visceralskelet (Zungenbein und Kiemenapparat). Der Eingang der Verdauungshöhle wird von einer, bei den Fischen zahlreicheren (6—8), bei den höheren Wirbelthieren auf 3 reducirten Reihe von Bogenpaaren umgeben und gestützt, welche nach der Beschaffenheit des übrigen Skelets knorpelig oder knöchern sind und ursprünglich alle der Respiration dienten, wenn sie auch bei Reptilien, Vögeln und Säugern diese Beziehung gänzlich aufgegeben haben und bloss als Erbtheil aus niederen Zuständen zu neuen Funktionen übergegangen sind. (Fig. 96.)

Dass auch der erste Visceralbogen, welchen wir schon oben, da er in engen Zusammenhang mit dem Schädel getreten, behandelt haben, gleich den hinteren

im Dienste der Athmung stand, folgert Gegenbaur aus dem Vorkommen des „Spritzloches“ bei Selachiern und Ganoiden, als einer rudimentären Kiemenspalte und der daran befindlichen rudimentären Kieme. Aus dem zweiten Visceralbogen ist das Zungenbein und die dasselbe an der Schädelbasis befestigenden Zungenbeinbogen hervorgegangen. Sein oberer Theil ist oben bei den Knochenfischen ebenfalls schon erwähnt, als *hyomandibulare*. Er ist aber bei den

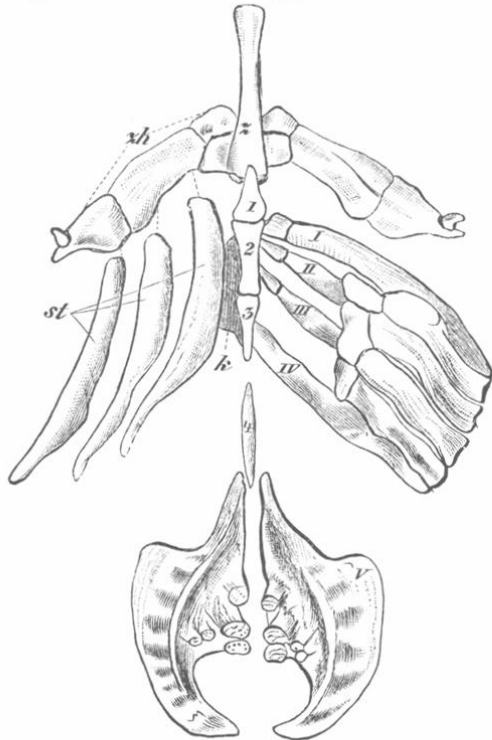


Fig. 96. Zungenbein und Kiemenapparat des Karpfen (n. Brühl); links sind die Kiemenbogen, rechts die Kiemenhautstrahlen weggelassen. *z* Zungenbeinkörper; *zh* Zungenbeinhorn mit dem paarigen Basalstück; *st* Kiemenhautstrahlen; *k* Zungenbeinkel; 1 2 3 4 Körperstücke der Kiemenbogen; I II III IV Kiemen tragende Bogen; V fünfter Kiemenbogen oder untere Schlundknochen.

Selachiern und Chimären noch selbstständig und „besitzt noch seine ursprüngliche Bestimmung als kimentragender Skeletttheil, indem von ihm ausgehende, in Radien getheilte Knorpelplättchen die Vorderwand der ersten Kiementasche stützen. Diese Beziehung ist sowohl bei den Ganoiden als Teleostiern zurückgetreten, da jene Kieme auf dem Kieferstiel oder vielmehr auf dem damit verbundenen Opercularapparat sich gelagert hat, und als Kiemendeckelkieme nur bei Ganoiden respiratorische Funktion behält“ (Gegenbaur). Die auf dem Zungenbeinbogen der Knochenfische und Ganoiden sitzenden, die Kiemenhaut ausspannenden Knochenstrahlen — *radii branchiostegi* — erscheinen daher als Homologa jener Knorpelplättchen der Selachier, und als eine solche, den Kiemenhautstrahlen gleiche Bildung kann dann auch das dem *hyomandibulare* aufsitzende *operculum* der Ganoiden und Knochenfische angesehen werden. Auch die folgenden Kiemenbogen, *arcus branchiales*, der Fische sind in der Mittellinie unten durch unpaare, dem Zungenbeinkörper entsprechende Stücke, *copulae*, vereinigt. Es sind deren fünf; das letzte Paar trägt aber keine Kieme, sondern fungirt, gewöhnlich mit Zähnen bewaffnet, als ein Kauapparat, untere Schlundknochen, *ossa pharyngea inferiora*. *Ossa pharyng. superiora* werden die oft durch starke Bewaffnung ausgezeichneten oberen Abschnitte der vorhergehenden Kiemenbogen genannt.

Die Amphibien zeigen als Wasser athmende Larven und Perennibranchiaten, wo mit dem Zungenbein der Kiemenapparat verbunden ist, grosse Aehnlichkeit mit den Fischen. Auch bei ihnen sind einige, später eng mit dem Schädel verbundene Theile, *quadratum* und später Meckelscher Knorpel, aus einem ersten Visceralbogen entstanden. Mit dem Uebergang zur Luftathmung tritt eine Reduktion des ganzen Kiemenapparates ein und es bleiben von den Kiemenbogen höchstens ein Paar stielartige Rudimente am Zungenbeinkörper sitzen. Durch Uebertragung solcher Zustände im Wege der abgekürzten Vererbung erklären sich die „Kiemenbogen“ und „Kiemenspalten“ der nie Kiemen tragenden höheren Klassen. Wenn bei ihnen mehrere Paare von Zungenbeinhörnern sich finden, so sind diese ebenfalls auf solche vererbte Kiemenbogen zurückzuführen.

Die Reptilien bieten hinsichtlich der Form und Ausdehnung des Zungenbeinkörpers und der Anzahl der Hörner sehr viele Verschiedenheiten dar. Bei den Schlangen, deren Zunge in einer Scheide liegt, finden sich nur Spuren des Zungenbeins als zwei zur Seite

der Scheide liegende und sich vorn vereinigende Knorpelstreifen. Die Saurier und Schildkröten haben meist mehrere, die Crocodile nur ein Paar Hörner.

Das Zungenbein der Vögel ist nach einem sich ziemlich gleichbleibenden Typus gebaut. An den einfachen länglichen Zungenbeinkörper schliessen sich vorn gewöhnlich die paarigen, mehr oder minder mit einander verschmolzenen *ossa entoglossa* an (als deren Aequivalent bei den Säugethieren die sogenannte *lytta* anzusehen). Nach hinten verlängert sich der Körper in den Stiel. Die beiden aus zwei bis drei Segmenten bestehenden Hörner, vom ersten Kiemenbogen stammend, werden bei einigen Vögeln auffallend lang, indem sie sich über den Schädel herum bis zu den Nasenbeinen und dem Oberkiefer biegen (Specht, Wendehals, Kolibri).

Der Zungenbeinkörper der Säugethiere wird von zwei Paar Hörnern getragen. Er ist sehr verschieden gestaltet. Eine der abweichendsten Formen hat *Mycetes*, wo er zur Aufnahme eines vom Kehlkopf ausgehenden Sackes ausgehöhlt ist. Die vorderen, den Körper an die *pars petrosa* des Schläfenbeins heftenden Hörner haben zwei bis drei Segmente, deren letztes als *processus hyoideus* mitunter (Mensch, Orang) mit dem Schädel verwächst. Die hinteren, auch zuweilen (bei Nagern, Cetaceen, Edentaten) fehlenden Hörner sind gewöhnlich einfach und stehen mit den oberen Hörnern des Schildknorpels in Verbindung. Sie gehören ursprünglich dem 1. Kiemenbogen an.

Von den Amphibien aufwärts ist übrigens der obere Theil des zweiten Visceralbogens zur Bildung des Stieles der Platte — Steigbügel — verwendet, welche die *fenestra ovalis* des Vorhofes des Gehörlabyrinthes schliesst. Etwas verändert wird dieses Verhältniss bei den Säugern, wo auch der Ambos aus dem oberen Theile des Zungenbogens hervorgeht.

Die Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule.

Zuerst hat J. P. Frank¹⁾ den Schädel mit der Wirbelsäule verglichen. Er sagt: *In ea semper opinione versatus sum, quamcunque spinalis columnae vertebrae pro parvo eodemque transverso cranio esse considerandum.* Und ferner spricht er von der *extrema*

1) *Delectus opusculorum academicorum.* 1792.

et ex omnibus maxime conspicua mobilissimaque vertebra, quam calvariam appellamus.

Eine eigentliche Schädel-Wirbel-Theorie ist aber erst 1807 von Oken aufgestellt, nachdem Goethe schon seit vielen Jahren ganz ähnliche Ideen bei sich hatte reifen lassen. So lange die Entwicklungsgeschichte nicht mit sprach und die Vergleichung vorzugsweise die oberen Klassen berücksichtigte, waren selbstverständlich die Deutungen der grössten Unsicherheit und Willkür ausgesetzt, wie vor allem die der Geschichte angehörigen Versuche der Oken'schen Schule zeigen. Erst mit den Fortschritten der Entwicklungsgeschichte und der Histiologie schien die Schädel-Wirbeltheorie eine sichere Grundlage zu bekommen, vornehmlich als man gefunden zu haben glaubte, es sei der Schädel aus zwei ganz wesentlich verschiedenen Knochengattungen, den primären, aus Knorpel entstehenden, und den secundären, ohne knorpelige Grundlage, zusammengesetzt. In den ersteren allein sollten Aequivalente und Homologa von Wirbeln gefunden werden können. Jetzt ist die Genesis der Knochen für die höheren Vertebraten wenigstens dahin aufgeklärt¹⁾, dass in so weit ein principieller Unterschied zwischen primären und secundären Knochenbildungen gar nicht stattfindet, als nie aus dem Knorpel sich Knochen bildet, letzterer sich nur an die Stelle des sich auflösenden Knorpels setzt, und dass unter allen Umständen das Knochengewebe aus wesentlich gleicher Neubildung, der osteogenen Substanz (Osteoblasten) hervorgeht, mag dabei Knorpel zu Grunde gehen oder nicht. Dennoch lässt sich unter einem neuen Gesichtspunkte (O. Hertwig) der Gegensatz festhalten. Da, wie unten näher hervorzuheben, Schuppe und Zahn identisch, und sich theils direct nachweisen theils schliessen lässt, dass nach aussen gelegene Deckknochen aus Schuppen, die Deckknochen der Mundhöhle aber aus der Verschmelzung von Basaltheilen von Zähnen mit späterem Abortivwerden der Zähne selbst hervorgegangen sind: so erscheinen die ossificirten Abschnitte des Primordialcraniums als scharf davon getrennt; und unter diesen Voraussetzungen kann man primäre und secundäre Knochen unterscheiden.

Allein auf diesem Wege kam man nicht zum Ziel; und wiederum ist es Gegenbaur, welcher diesen Nachweis geliefert und ganz neue Gesichtspunkte eröffnet hat, nachdem Huxley die bis-

1) N. a. durch Gegenbaur. Ueber primäre und secundäre Knochenbildung mit besonderer Beziehung auf die Lehre vom Primordialcranium. Jenaische Zeitschrift III.

herige Anschauungsweise erschüttert. Der wichtigste und auch sofort einleuchtende Einwand gegen die alte Schädel-Wirbel-Theorie ist, dass nie eine Segmentirung oder Metamerenbildung im Primordialcranium erfolgt wie in der knorpeligen Wirbelsäule. Die Wirbelähnlichkeit gewisser Abschnitte gerade des Säugethierschädels, während die niederen Klassen wenig oder nichts davon zeigen, ist eine zufällige. „Jene Segmentirung erscheint als ein durch die Ossification gegebener Zustand, und dass diese zu jenen (wirbelkörperähnlichen) Formen (*occipitale basilare*, *sphenoidalia*) führt, ist in den Wachstumsgesetzen des Schädels zu suchen, die eine gleichartige Vergrößerung bedingen und damit eine Wiederholung von Knochenkernen sowohl in der Grundfläche als in den Seitenwandungen.“ Indem er auf die Zusammenziehung und Verschmelzung von Metameren im Kopf der Arthropoden hinweist und auf das Vorhandensein der Visceralbogen als den Rippen entsprechender Bildungen, schliesst Gegenbaur weiter, dass wir in dem ungetheilten Primordialcranium einen solchen später erworbenen und vererbten Zustand zu erblicken haben, dessen mit der Wirbelsäule übereinstimmender Vorläufer aber bei den heutigen Wirbelthieren ganz übersprungen wird. Es „bezeugen die Bogen des Visceralskelets die primitive Zusammensetzung des Schädels aus einer Mehrzahl von Abschnitten, die als Wirbeläquivalente aufzufassen sind.“ Weitere Aufschlüsse sind durch das Studium der Hirnnerven und ihrer Austrittsstellen aus dem knorpeligen und knöchernen Schädel zu erwarten.

Muskelsystem¹⁾. Die Entwicklung der Muskulatur richtet sich im Allgemeinen nach derjenigen des Skelets, so dass, wo homologe Skelettheile nachgewiesen sind, auch die homologen Muskeln sich finden. Nicht immer jedoch ist mit der Reduktion und Verkümmern von Skelettheilen eine gleiche Verkümmern der entsprechenden Muskeln verbunden, wie sich z. B. an den Extremitäten der Saurier zeigt, auch kann bei völliger oder fast völliger Gleichheit der Knochen eine Verschiedenheit der Muskulatur vorhanden sein, wie z. B. von den Muskeln des Menschen und der Saurier die des ersteren am Brustgürtel, die der letzteren am Beckengürtel entwickelter sind. Es empfiehlt sich auch hier, nicht das ganze

1) Die folgende Darstellung ist in vielen Stücken veraltet. Die wichtigste, auf vergleichender Embryologie beruhende Grundlegung einer erneuerten Muskellehre ist in Götte's „Entw. d. Unke“ Abschn. VIII enthalten. Dazu Schneider, Beiträge z. vergl. Anat. und Entwicklungsgesch. d. Wirbelthiere. Berlin 1879:

Muskelsystem nach der Klasse durchzugehen, sondern einige der hauptsächlichsten Modifikationen und Abweichungen sich von selbst sondernder Muskelgruppen durch die einzelnen Klassen hindurch zu verfolgen.

Hautmuskeln.

Bei den Wirbelthieren findet sich das System der Hautmuskeln nirgends in der Art ausgeprägt, wie es für sehr viele Würmer und die Mollusken charakteristisch ist, dass nämlich mit der Hautbedeckung selbst, mit der *cutis*, ansehnliche Muskelstraten innig verwebt sind. Vielmehr liegen hier die Hautmuskeln immer unter der Haut, mit der sie sich nur stellenweise verbinden; sie sind dünn und gehen oft, namentlich bei den Säugethieren, in grosse Aponeurosen über.

Bei den ungeschwänzten Batrachiern sind als Hautmuskeln einige Anspanner der Rückenhaut zu nennen (*pubio-dorso-cutané* und zwei *coccy-dorso-cutanés* Duj.). Die meisten Hautmuskeln unter den Reptilien haben die Ophidier, wo sie sich theils von den Rippen nach den Schuppen begeben, theils die Bauchschuppen und Seitenschuppen unter einander verbinden, theils auch von dem vorderen zum hinteren Rande einzelner Schuppen gehen und zur Krümmung derselben dienen.

Bei den Vögeln finden sich ausgedehnte, dünne Hautmuskeln, welche die Haut contrahiren und die Federn sträuben. Namentlich bei den Wasservögeln treten an die Conturfedern je vier bis fünf kleine Muskeln, um dieselben allseitig zu bewegen. Auch die Muskeln der Flughaut (*m. m. patagii*), langer und kurzer Spanner der vorderen Flughaut und der Spanner der hinteren Flughaut, sowie der Aufrichter der Steuerfedern am Schwanze (*m. levator rectricum*) gehören hierher.

Rippenheber. Interprocessual- und Intercostal-muskeln.

Bei den Fischen lassen sich diese Muskeln als eigene Systeme nicht unterscheiden; bei den übrigen Wirbelthieren richten sie sich nach dem Vorhandensein der Rippen und der Beweglichkeit der Wirbelsäule und der Rippen. So fehlt den Cheloniern das System der *levator costarum* und der *m. m. intercostales*, welche dagegen bei den Schlangen ausserordentlich entwickelt und vervielfältigt sind. Als Analogon der Rippenheber finden sich am Halse

der Vögel kleinere von den Querfortsätzen zu den Rippenrudimenten (s. ob.) gehende Muskeln. Bei der Festigkeit des Rumpftheiles der Vögel sind auch die entsprechenden Interprocessualmuskeln nicht sehr entwickelt.

Zu den Intercostalmuskeln ist der *m. rectus abdominis* zu rechnen, zwischen dessen Bäuchen da, wo sonst in der Regel die *inscriptiones tendineae* sich finden, beim Crokodil die Bauchrippen liegen. Die Ausbreitung dieses, den Fischen und Cheloniern fehlenden Muskels kann eine sehr bedeutende sein; er kann sich da, wo das Brustbein fehlt, z. B. bei den Myxinoiden, die keinen Bauchtheil des Seitenmuskels haben und ausnahmsweise unter den Fischen den *rectus* besitzen, vom After bis zum Zungenbein erstrecken und fungirt somit unmittelbar als *sternohyoideus*.

Bauchmuskeln.

Auch die Ausdehnung der übrigen eigentlichen Bauchmuskeln, nämlich der *m. m. obliqui externus* und *internus*, *transversus* und *pyramidalis* ist zum Theil eine viel grössere, als die menschliche Anatomie lehrt, indem bei den Sauriern sowohl die schiefen Bauchmuskeln als der quere theilweise die Brusthöhle überziehen. Den Fischen fehlen diese Muskeln gänzlich, mit Ausnahme der Myxinoiden, die ausser dem geraden auch einen schiefen Bauchmuskel besitzen. Der *transversus* fehlt den Ophidiern, der *pyramidalis* fast allen Amphibien und Reptilien.

Die Vögel stimmen ziemlich mit den Säugern überein; bei beiden ist in der Regel der *pyramidalis* nicht vorhanden. Die Beutler haben ihn jedoch ausserordentlich entwickelt.

Das Zwerchfell ist, ausser bei den Säugethieren, die es vollständig besitzen, nur rudimentär vorhanden oder gar nicht. Rudimentär haben es die Chelonier. Das rudimentäre Zwerchfell der Vögel, der sogenannte Lungenmuskel, ist bei den eigenthümlichen Athemvorrichtungen von grosser Wichtigkeit; es dient theils dazu, während des Flügelschlags die unter der Lunge gelegenen Luftsäcke von der Lunge abzuhalten, theils die Oeffnungen der Luftsäcke in die Lunge mehr oder weniger zu verschliessen. Zu einer die Brust- oder Bauchhöhle trennenden Querscheidewand wird das Zwerchfell erst bei den Säugethieren. Merkwürdig sind die im Zwerchfelle einiger Säugethiere, namentlich des Kameels, vorkommenden Verknöcherungen.

Die Muskeln der unpaaren Flossen.

An den unpaaren Flossen der Fische hat man zweierlei Muskeln zu unterscheiden: ein oder mehrere dicht neben der Mittellinie verlaufende kleinere Paare, welche sich an die Flossenträger setzen und zum Heben und Senken der Flossen dienen, und dann eigene Muskeln für die Flossenstrahlen, welche als Seitwärts-, Vorwärts- und Rückwärtszieher wirken. Die Afterflosse wird vorzüglich von Seitwärtsziehern bewegt.

Schulter-, Becken- und Extremitätenmuskeln.

Noch weniger als die Knochen lassen sich die Muskeln der paarigen Gliedmaassen der Fische auf die Muskeln derselben Gegenden bei den übrigen Klassen zurückführen. Sie beschränken sich auf einige Heber und Niederzieher, Rückwärtszieher und Strecker; kleinere, zwischen den Flossenstrahlen befindliche Muskeln nähern diese einander.

Im Uebrigen aber ist schon sowohl bei den Amphibien und Reptilien, abgesehen von denjenigen mit kleinen oder verkümmerten Extremitäten, als bei den Vögeln die Anordnung der Muskulatur vorhanden, die wir beim Säugethiere und beim Menschen finden. Was nun *a)* die Muskeln der Schultern und der vorderen Gliedmaassen anbetrifft, so lässt sich Folgendes bemerken:

Die Schultermuskeln sind bei den Amphibien, namentlich den geschwänzten, sehr einfach und bestehen in einem oder mehreren Vorwärtsziehern oder Hebern und Rückwärtsziehern, als deren Antagonisten. Am einfachsten verhält sich *Proteus*, der nur einen Vorwärtszieher (zugleich Heber) und einen Rückwärtszieher besitzt. Bei den ungeschwänzten Batrachiern kommen gewöhnlich drei Vorwärtszieher und zwei Rückwärtszieher vor. Jene entsprechen den *m. m. cucullaris*, *rhomboides* und *levator scapulae*; diese den *m. m. serratus anticus* und *pectoralis minor* s. *serratus anticus minor*. Bei den höheren Klassen hat der *omohyoideus* seine Rolle getauscht; er ist nicht, wie bei den Amphibien Vorwärtszieher der Schulter, sondern Rückwärtszieher des Zungenbeins.

In Bezug auf Anordnung und Zahl der Muskeln des Oberarms, Vorderarms und der Hand zeigen die Amphibien vielfache Verschiedenheiten. Am einfachsten verhält es sich wiederum mit den geschwänzten Batrachiern. Am Oberarm vollständiger Glied-

maassen kann man (nach Meckel) unterscheiden einen Vorwärtszieher (*deltoideus*), Auswärtszieher (*scapularis*), zwei Rückwärtszieher (*pectoralis maior* und *latissimus dorsi*) und einen Einwärtszieher (*coracobrachialis*). Der Vorderarm hat gewöhnlich mehrere Strecker und Beuger, Anzieher und Abzieher.

In der Muskulatur der Schulter gleichen die Vögel sehr den Sauriern. Einzelne Muskeln werden für den Flug von besonderer Wichtigkeit, so der *latissimus dorsi*, der den Rumpf von hinten nach vorn hebt und den Vogel während des Flugs in die horizontale Lage versetzt. Den Oberarm bewegen acht Muskeln, unter denen der *pectoralis maior* bei guten Fliegern oder auch bei den Vögeln, welche kurze Flügel haben, sich durch seine Stärke auszeichnet; den Vorderarm neun. Ausserdem wirken auf Mittelhand und Finger nicht weniger als sechzehn Muskeln.

Bei den Säugethieren kommen von Schultermuskeln gewöhnlich vor der *cucullaris*, *levator scapulae*, der oder die *rhomboides*, *serratus anticus maior* und *minor*, *subclavius*. Auch die Muskulatur des Oberarms ist noch ziemlich übereinstimmend, am Unterarm aber und an der Hand treten namentlich bei den Hufthieren grosse Vereinfachungen ein.

Wenden wir uns nun b) zu den Muskeln des Beckens und der hinteren Extremitäten, so hat man bei den Amphibien und Reptilien auch diese ohne Schwierigkeit nach den entsprechenden der höheren Klassen benennen können. Den Vögeln fehlen von den Beugern des Oberschenkels der *psaos* und *iliacus internus*. Die Muskeln des Unterschenkels sind, mit denen der Saurier verglichen, weniger zahlreich, indem sich mehrere dort getrennte Muskeln vereinigt haben. Die Muskeln des *metatarsus* und der Zehen haben sehr lange Sehnen bei kurzen, sich hoch ansetzenden Bäuchen. Diese Sehnen sowohl, als die der Flügel haben die Neigung zum Verknöchern.

Die Muskeln am Becken und an den hinteren Extremitäten der Säugethiere zeigen, wenn auch nach einem Typus geordnet, doch mannigfache Abweichungen. Diese beziehen sich, wie bei den Vordergliedmaassen, namentlich auf die unteren Parteen.

Gesichtsmuskeln.

Eigentliche Gesichtsmuskeln fehlen den Fischen. Bei den Amphibien finden sich mehrere Expansoren und Constrictoren der Nasenlöcher. Auch die Vögel haben keine den Gesichts- und

Lippenmuskeln des Menschen analogen Muskeln, und es schliesst sich ihnen der *Ornithorhynchus* an. Bei den meisten übrigen Säugethieren sehen wir mehrere Gesichtsmuskeln, namentlich die zur Bewegung der Lippen bestimmten. Der *buccinator* ist bei den mit Backentaschen versehenen Thieren sehr gross. Indess erreicht kein Säugethier den Menschen an Sonderung der Gesichtsmuskeln, deren mimische Wirkung bei jenen auch durch den über sie ausgebreiteten Hautmuskel geschwächt wird.

Kaumuskeln.

Die Kaumuskeln zeigen sehr allgemein denselben Plan, der aber durch die Freibeweglichkeit der Unterkieferhälften und des Oberkiefers, sowie durch die Ausdehnung und Beweglichkeit des Gaumenapparates und des Unterkiefersuspensoriums modificirt wird. So liegt auf den letzteren Knochen bei den Knochenfischen eine Muskelmasse, welche sich mit einer Sehne an den Oberkiefer, mit der andern am Kronenstück des Unterkiefers ansetzt. Bei den Amphibien und Reptilien lassen sich zwei Kaumuskeln, ein äusserer, (*masseter* und *temporalis*) und ein innerer (*pterygoidei*) unterscheiden. Als Herabzieher wirkt ein verschieden entspringender *digastricus*. Bei den Schlangen sind die Muskeln sehr vermehrt. Sie besitzen, wie die Fische, ein die Unterkieferhälften einander näherndes Muskelpaar und mehrere andere zur Bewegung des Quadratbeins und der Gaumengruppe bestimmte. Auch bei den Vögeln finden sich, ausser den den *m. m. masseter*, *temporalis*, *pterygoidei*, *digastricus* analogen Muskeln, ein Heber und Vorwärtszieher und ein Rückwärtszieher des Flügelbeins und Quadratbeins. Die Kaumuskeln der Säugethiere gleichen denen des Menschen sehr, nur sind sie gewöhnlich bedeutender entwickelt.

Muskeln des Kiemenapparates und des Zungenbeins.

Bei dem ganz abweichenden Bau dieser Theile bei den Cyclostomen ist auch ihre Muskulatur eine völlig von dem Plane der übrigen Wirbelthiere abweichende. Da sie nicht durch den Mund einathmen, sondern durch die Kiemenlöcher ein- und ausathmen, sind bei ihnen die Constrictoren der Kiemenhöhle ungemein entwickelt. Indem bei den Knochenfischen das eigentliche Zungenbein von untergeordneter Bedeutung ist gegen die Kiemenbogen, sind es auch vorzüglich letztere, welche durch eine nicht geringe Anzahl theils von der Schädelbasis, theils vom Zungen-

beine, theils vom Schultergürtel entspringender Muskeln nach oben, vorn, hinten und abwärts bewegt werden. Zum Kiemenapparat gehören auch die zwischen den *radii branchiostegi* befindlichen Muskeln und Heber und Senker des *operculum*.

In den drei höheren Klassen zeigen die Zungenbeinmuskeln eine grosse Uebereinstimmung, fast mit alleiniger Ausnahme der Schlangen wegen des rudimentären Zungenbeins und des Mangels von Schultergerüst und Brustbein. Die verbreitetsten sind bei den Amphibien und Reptilien: die *m. m. sternohyoideus*, *omohyoideus*, *myloglossus*, *genioglossus* — und die *m. m. hyoglossus* und *genioglossus* als Zungenmuskeln. Bei den Vögeln die *m. m. mylohyoideus*, *stylohyoideus*, *geniohyoideus*, *sternohyoideus*. Diese zeigen sich auch bei den Säugethieren sehr beständig.

Nervensystem.

a) Gehirn.

Das Hirn, als unmittelbare Fortsetzung der Rückenmarksröhre, tritt im Embryo als eine einfache Erweiterung derselben auf, der sehr bald durch eine Einschnürung, fast immer verbunden mit einer Knickung abwärts, eine Zweitheilung folgt. (Fig. 97.) Eine aber-

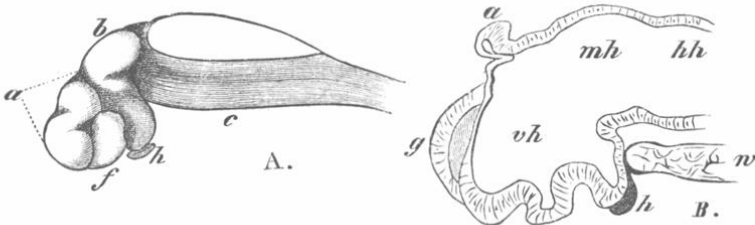


Fig. 97. A. Embryonales Gehirn der Unke, von aussen. *a* Vorderhirn; *b* Mittelh.; *c* Hinterh.; *h* Trichter; *f* Sehplatte. B. Embr. Gehirn d. Unke im Längsschnitt. *vh*, *mh*, *hh* Vorder-, Mittel-, Hinterhirn; *a* Zirbel; *g* Mittelwand d. grossen Hirns; *h* Trichter; *w* Wirbelsäule (n. Goette).

malige Sonderung der vorderen Blase führt zur Trennung des Vorderhirns vom Mittelhirn, welches letztere, die Beugung enthaltend, als ein Keil erscheint, und an das mit seiner Axe horizontal verlaufende Hinterhirn stösst. Aus dem vorderen Theile des Vorderhirns wölben sich als paarige Ausstülpung die grossen Hemisphaeren oder das Grosshirn hervor. Die hiermit entstandenen beiden vorderen Hirnkammern bleiben durch die gemeinsame mittlere Höhlung mit dem ursprünglichen Hauptraume

des Vorderhirns, der dritten Kammer in Verbindung. Der ganze, dieselbe einschliessende Hirntheil ist von Baer „Zwischenhirn“ genannt worden, während die Bezeichnung „Vorderhirn“ von ihm auf das grosse Hirn beschränkt blieb. Als accessorischer Hirntheil gehört der Hirnanhang oder Trichter (hypophysis) der Basis des Vorderhirns an, während die Zirbel als eine Ausstülpung der Decke des Vorderhirns unmittelbar vor dem Mittelhirn entsteht.

Vom unteren vorderen Theil der Hemisphaeren entspringen die Geruchsnerven, dahinter die Augennerven von der Basis des Vorderhirns vor dem Uebergang in den rückwärts gerichteten Trichter. An dieser Stelle sind bei weiterer Ausbildung die *Thalami optici* zu suchen. Durch das Mittelhirn zieht sich der *Aqueductus Sylvii*, die Verbindung zwischen dritter und vierter, dem Hinterhirn angehöriger Hirnkammer. Das Mittelhirn stellt sich meistens von oben als ein paariger oder auch viertheiliger Abschnitt dar, Vierhügel (*corpus quadrigeminum*). Aus dem vorderen Obertheile des Hinterhirns geht das kleine Hirn hervor, der Rest ist das verlängerte Mark. Die obige Dreitheilung in Vorder-, Mittel- und Hinterhirn ist nach Goette (Unke). Sie stellt sich zu der seit Baers classischen Untersuchungen üblichen (Entwicklgesch. d. Thiere, II., S. 106) so:

Goette.		Baer.	
Vorderhirn	}	Vorderhirn od. grosses Hirn.	
		Zwischenhirn.	
Mittelhirn		Mittelhirn.	
Hinterhirn	}	Hinterhirn od. kleines Hirn.	
		Nachhirn od. verlängertes Mark.	

In den folgenden Paragraphen sind Baers Bezeichnungen beibehalten, weil noch in den meisten Specialarbeiten und Lehrbüchern befolgt, obwohl nicht diese Abtheilungen, sondern die drei Goetteschen metamerische Homologa sind.

Gehirn der Cyclostomen.

Das Gehirn dieser von den eigentlichen Fischen so sehr abweichenden Thiere kann unmittelbar auf die fötale Form der höheren Wirbelthiere bezogen werden. Nehmen wir *Petromyzon*, so finden wir, von vorn nach hinten, zuerst zwei getrennte Lappen, aus denen die Geruchsnerven entspringen; sie sind eine Ausstül-

ung eines Hügelpaares, des Vorderhirns. Daran schliesst sich eine unpaarige, die dritte Hirnhöhle enthaltende Abtheilung, das Zwischenhirn, an diese das paarige Mittelhirn. Am wenigsten ist bei *Petromyzon* das Hinterhirn entwickelt, eine schmale Commissur über dem vorderen Ende der vierten Hirnhöhle, deren übrige Wandungen das Nachhirn bilden.

Gehirn der Fische.

An das oben beschriebene Gehirn schliesst sich das der Selachier unmittelbar an¹⁾. Aus seinen embryonalen und fötalen Formen lassen sich nach der einen Seite die vielfach wechselnden Hirnformen der Ganoiden und Teleostier, theils die der Amphibien herleiten. Sowohl bei den Embryonen als bei einer Gruppe von Haien im erwachsenen Zustande (*Spinax*, *Scymnus* u. a.) liegen die Gehirnblasen in indifferenter Weise und damit am übersichtlichsten hintereinander. Auch ist jene Abtheilung hier am Einfachsten, welche als *infundibulum*, nach unten und hinten als eine Ausstülpung des hinteren unpaaren Abschnittes der vorderen Hirnhöhlen auftritt. Es differenziren sich daraus die sogenannten *lobi inferiores* und der *saccus vasculosus*, und die ganze Abtheilung kann Unterhirn genannt werden. Die bedeutendste Variabilität innerhalb der Selachier (*Galeus*, *Mustelus*, *Sphyrna*, viele Rochen) betrifft das Mittelhirn, welches sich faltet, während zugleich die einzelnen Gehirnabschnitte nahe zusammenrücken. (Fig. 98.)

Vergleicht man nun hiermit das Gehirn der Ganoiden und Knochenfische, so erscheinen die Eigenthümlichkeiten nur als Weiterentwicklungen von Zuständen, welche bei den Selachiern vorgebildet waren, oder als Reductionen. Die bei den Selachiern immer durch Stiele, *tractus olfactorii*, vom Vorderhirn getrennten *lobi olfactorii* sitzen bei Ganoiden und Knochenfischen den durch eine mittlere Einsenkung getrennten Vorderhirnklappen unmittelbar auf. Die wichtigsten Veränderungen betreffen das Zwischen- und Mittelhirn, und es wird ein Zustand allgemein, welcher sich schon bei *Sphyrna* findet. Es schiebt sich nämlich ein Theil des Mittelhirnes in die Zwischenhirnhöhlen hinein. Es bleibt jedoch bei den meisten Knochenfischen der nicht vom Zwischenhirn bedeckte Abschnitt des Mittelhirnes der grössere Theil desselben und ist in seiner Form

1) Ueber das Gehirn der Fische vorzüglich: Miklucho-Maclay, Beiträge z. vergleichenden Neurologie der Wirbelthiere. 1870.

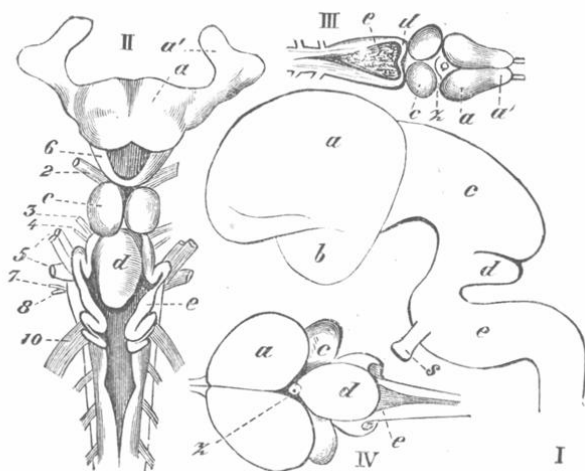


Fig. 98. Gehirn I des Hundes, II des Haies, III des Frosches, IV des Huhnes (I n. Bischoff, II u. III n. Nuhn.) a Vorderhirn; a' Riechlappen; b Zwischenhirn; c Mittelhirn; d Hinterhirn; e Nachhirn; z Zirbel; 2 opticus; 3 oculomotorius; 4 trochlearis; 5 trigeminus; 7 facialis; 8 acusticus; 10 Vagus.

höchst mannigfaltig. Ein durchgreifendes Merkmal ist auch, dass das Hinterhirn besonders der Teleostier fast gar nicht vom Mittelhirn getrennt wird, ja dass es sogar nur als ein etwas gewulsteter Rand des Mittelhirns erscheint, welcher quer über den vorderen Rand des Nachhirnventrikels ausgespannt ist. Das Unterhirn ist nur bei den Ganoiden von ähnlicher Entfaltung, wie bei den Selachiern, weniger bei den Teleostiern.

Gehirn der Amphibien.

Es hat im Wesentlichen dasselbe Ansehen, wie das der Fische. Die sogenannten Riechlappen sitzen, nur durch eine Querfurche oberflächlich getrennt, den beiden, durch eine Längsfurche geschiedenen Theilen des Vorderhirns unmittelbar auf. Das Zwischenhirn ist wenig entwickelt, ebenso das kleine, hinter der Kreuzung der Sehnerven liegende Unterhirn. Ansehnlich ist wieder das fast paarige Mittelhirn. Das Hinterhirn beschränkt sich auf eine schmale Commissur über dem vorderen Theile der 4. Hirnhöhle.

Gehirn der Reptilien und Vögel.

Innerhalb dieser Abtheilung beginnt und vollzieht sich eine Concentrirung in Folge einer Beugung und Knickung der 2. und 3. Region und einer grösseren Entfaltung sowohl des Vorder- als

des Hinterhirns. Bei den Schildkröten und Reptilien ist noch der mittlere Theil des Mittelhirns von oben sichtbar, beim Vogel ist derselbe durch die beträchtliche Entwicklung des Hinterhirns verdeckt, und ragen nur die Seitentheile des Mittelhirns hervor, wie dann auch das Nachhirn in seinem ganzen vorderen Abschnitte unter das Hinterhirn zu liegen kommt.

Gehirn der Säugethiere.

Noch viel durchgreifendere Veränderungen gehn im Gehirn derselben vor sich. Die auffallendsten betreffen das Vorderhirn. Es entwickeln sich an ihm complicirte Commissuren und verschiedene Wulste an der Innenwand der Seitenhöhlen. Aus dem Zwischenhirn gehn die sogenannten *thalami optici*, aus dem Mittelhirn die vier kugeligen Erhabenheiten zeigenden *corpora quadrigemina* hervor. Immer wird wenigstens das Zwischenhirn von dem Hinterlappen des Vorderhirns bedeckt. Bei vielen Beutlern, Nagern und Insectenfressern bleibt das Mittelhirn zum Theil oder ganz frei. In den höheren Ordnungen wird endlich auch das Hinterhirn vom Vorderhirn überlagert. Ziemlich parallel mit dieser allmäligen Ausdehnung ist das Auftreten der Hirnwindungen. Bei den Monotremen, vielen Beutlern und den Edentaten ist die Oberfläche des Vorderhirns glatt. Sehr ausgeprägt sind die Windungen bei dem Elephanten und Delphin.

b) Rückenmark. Sein Verhältniss zum Gehirn.

Das Rückenmark der Wirbelthiere zeigt im Allgemeinen denselben Bau; auch schon bei den meisten Fischen besteht es aus vier Strängen. Wichtig ist die relative Ausbildung von Rückenmark und Gehirn, indem letzteres, je mehr es sich in seinem Baue dem menschlichen Gehirn nähert, ein desto grösseres Uebergewicht über das Rückenmark gewinnt. Nur das Gewicht, nicht die verhältnissmässige Länge ist hier massgebend, da bei kurzen Thieren durch die Breite und Dicke compensirt zu werden pflegt, was verwandte Thiere scheinbar an Länge des Rückenmarks vor jenen voraus haben. So ist es beim Frosch sehr kurz und breit, bei den Salamandern auffallend lang, aber dünn. Das kürzeste Rückenmark haben einige Fische, z. B. *Lophius*, vor allen *Orthogoriscus*, dessen Rückenmark kaum länger als das Gehirn ist und in eine *cauda equina* endigt.

c) Peripherisches Nervensystem.

Die von den Centralorganen ausgehenden Nerven zeigen, wie sich erwarten lässt, nicht so wichtige Abweichungen, als jene selbst. Von den Gehirnnerven können mehrere ganz verschwinden; so der *nervus facialis*, der von den Säugethieren abwärts abnimmt, in demselben Grade, als die Gesichtsmuskeln verschwinden. Dieser dem Gesichtsausdruck des Menschen bedingende Nerv verliert daher sehr bald diese seine Bedeutung; bei den Vögeln und Reptilien versorgt er nur noch die Muskeln des Zungenbeins oder oberflächliche Nacken- und Halsmuskeln. Bei den Amphibien und besonders den ungeschwänzten ist ein gesondert entspringender *facialis* nicht vorhanden. Der ihm entsprechende Ast geht aus dem Ganglion des *trigeminus* hervor. Bei den Fischen bilden *trigeminus* und *facialis* einen Nervencomplex mit verschiedenen, theils gemeinsamen, theils eigenthümlichen Wurzelsträngen. Der *nervus facialis* der Fische (*ramus opercularis trigemini Auct.*) verbreitet sich hauptsächlich in den Muskeln des Kiemendeckels und stimmt seiner Function nach insofern mit dem *facialis* der höheren Wirbelthiere überein, als auch bei diesen Muskeln, welche die Zugänge zum Respirationsapparate, Mund und Nase, öffnen und schliessen, von ihm abhängig sind. Ganz selbstständig ist der *facialis* der Cyclostomen.

So wie der *trigeminus* ist auch der *vagus* in allen Klassen der Wirbelthiere sehr beständig. Aus einer Wurzelpartie des *vagus* entspringt der *nervus lateralis* der Fische, der in der Regel einige Verbindungsstränge vom eigentlichen *vagus* erhält, bei den Cyprinen aber — mit Ausnahme von *Tinca* — einen Zweig des *ramus recurrens trigemini* aufnimmt. Die Hauptportion des Seitennervensystems verläuft als ein einfacher oder doppelter *truncus lateralis* längs des Seitenkanals; der Nerv kommt jedoch auch vielen Fischen zu, welche weder Seitenkanal noch Seitenlinie besitzen¹⁾. Sein

1) „Der eigentliche Seitennerv ist in der Regel von beträchtlicher Stärke; nur bei solchen Fischen, denen ein Seitenkanal mangelt, denen zugleich harte Hautbedeckungen zukommen und bei denen die Ventralmasse des Seitenmuskels am Rumpfe abortiv wird, oder wegfällt, zeigt er sich auf einen sehr geringen Umfang reducirt, oder ganz abortiv. — Sehr schwach ist er bei *Diodon* und auf das Aeusserste reducirt bei *Ostracion*. Bei diesen letztgenannten Gattungen treffen alle eben genannten Bedingungen seiner Reduction zusammen.“ Stannius, Das periph. Nervensystem der Fische S. 99.

Vorhandensein scheint eng mit der Entwicklung des Bauchtheiles des Seitenmuskels zusammenzuhängen, wie unter anderen auch die Myxinoiden zeigen, bei denen Bauchtheil des Seitenmuskels sowohl als Seitennerv nicht vorhanden sind. Dem Seitennervensystem des *vagus* entsprechen diejenigen dem *trigeminus cum faciali* angehörigen Nervenäste, welche sich am Kopfe der Fische an den von den *ossa suprascapularia*, *supratemporalia* und *infraorbitalia* gedeckten Sinnesorganen verbreiten.

Ausser bei den Fischen kommt der *n. lateralis* auch bei den Larven der Frösche vor; Pipa, die Proteiden, Derotreten und Cöcilien haben ihn zeitlebens. Bei den höheren Thieren ist (nach Müller) der *ramus auricularis nervi vagi* als Analogon des *n. lateralis* anzusehen.

Die Sinnesnerven correspondiren im Allgemeinen mit der äusseren Entwicklung der Sinnesorgane; so werden bei den blinden Thieren auch die Augennerven mehr und mehr abortiv. Bei *Amphioxus* (*Branchiostoma*) kann man, abgesehen von einer unbedeutenden vorderen Erweiterung, so wenig wie Gehirn und Rückenmark, auch Gehirn- und Spinalnerven nicht unterscheiden. Nur die vorderen dieser Nerven stehen symmetrisch paarig, dann entsprechen die rechte und linke Reihe einander nicht mehr.

Die Spinalnerven bieten in den vier Klassen keine auffallenden Verschiedenheiten dar.

Auch der sympathische Nerv zeigt wenig abweichendes. Er fehlt nur den Cyclostomen, wo er durch den *vagus* vertreten wird. Sonst ist seine Lage immer vor den Wirbeln, wo er Verbindungsstränge von den Spinalnerven erhält. Der Kopftheil der Fische liegt an der Schädelbasis, und hier verbindet er sich namentlich mit dem *n. trigeminus* und *vagus*. Bei den Schlangen sind die Ganglien sehr klein; leicht dagegen lassen sie sich bei den Fröschen in der Nähe der weissen, mit Kalkkrystallen gefüllten Säckchen auffinden. Die Verbindungen mit den Hirnnerven sind hier schon zahlreicher geworden, als bei den Fischen; noch mehr ist dies der Fall in der Klasse der Vögel. Die Abweichungen des *n. sympathicus* der Säugethiere von dem des Menschen sind kaum nennenswerth.

Elektrische Organe.

Zum Bereich des peripherischen Nervensystems gehören die unter dem obigen Namen bekannten nervenreichen Apparate meh-

rerer Fische (*Torpedo*, *Narcine*, *Malapterurus*, *Gymnotus*, *Gymnarchus niloticus*, *Mormyrus oxyrhynchus* und *dorsalis*).

Beim afrikanischen Zitterwels (*Malapterurus*) bildet das elektrische Organ die mittlere Lage der dicken Hautschwarte, welche den mittleren Körperabschnitt lose umhüllt. Im Kopf- und Schwanztheile wird die Masse des elektrischen Organs durch eine andere, zwischen der Haut und der inneren Sehnenhaut gelegene Zwischenmasse ersetzt. Das Organ wird durch eine in der Mittellinie des Rückens und durch eine zweite in der Mittellinie des Bauches verlaufende dünne Scheidewand in zwei symmetrische Hälften getheilt. Das Innere besteht zunächst aus einem Gerüst bindegewebiger, auf die Axe des Fisches quer gestellter Blätter, welche linsenförmige platte Räume von einander abgränzen. Der elektrische Nerv jeder Seite entspringt, wie eine motorische Wurzel, zwischen dem zweiten und dritten Rückenmarksnerven und ist eine Primitivfaser mit einer dicken bindegewebigen Hülle. Im elektrischen Organ verästelt sich diese Faser und giebt an jedes Fach ein Endzweigleichen ab. Dieses tritt von hinten in das Fach und breitet sich zu der, an der Hinterwand des Faches anliegenden elektrischen Platte oder Nervenendplatte aus. Der übrige Raum des Faches ist mit einem fast flüssigen Gallertgewebe angefüllt.

Ganz ähnliche feinere Verhältnisse zeigen die übrigen elektrischen Fische. Nur variirt die Lage des Organs im Allgemeinen und die Stellung und Anordnung der Fächer oder Kästen. Beim Zitteraale liegen die Organe sehr ausgedehnt und oberflächlich im Schwanze und werden von den Spinalnerven versorgt. Durch sehnige Längsscheidewände werden Säulen von einander abgegränzt und diese durch dünnere Querscheidewände in viele sich deckende Fächer getheilt. Letztere sind, wie beim Zitterwels, durch die elektrische Platte und das vor ihr liegende Gallertgewebe angefüllt. Hieran reiht sich *Mormyrus*.

Bei den Zitterrochen nehmen die nierenförmigen elektrischen Organe einen grossen Theil der Kopfscheibe ein. Die durch die primären Scheidewände abgegränzten Säulen stehen vertical. Eigentliche secundäre faserige Bindegewebsscheidewände fehlen, und sind an ihrer Stelle die mit Gallertgewebe gefüllten Räume Träger der Blutgefässe und Nerven. Letztere entspringen aus besonderen Lappen des Gehirns, steigen von der Bauchseite in das elektrische Organ und endigen in den sehr dünnen und dicht übereinander ge-

schichteten elektrischen Platten, den einzigen häutigen Theilen im Innern der Säulen.

Auch bei dem gemeinen Stachelrochen (*Raja clavata*) findet sich ein den oben beschriebenen Organen analoges Gebilde im Schwanz jederseits neben der Wirbelsäule. In jedem Fache desselben liegt ausser anderen unwesentlicheren Theilen ein scheibenförmiger schwammiger Körper, und der allmälige Uebergang der Nerven in die Substanz dieser Körper ist höchst wahrscheinlich¹⁾.

Sinnesorgane.

Tastorgane.

Das allgemeine Tastwerkzeug ist die Haut, aber nur insofern, als sie Trägerin mehr oder minder zahlreicher Gefühlsnerven und deren meist eigenthümlichen Enden ist, auf welche direct ein Stoss durch die Oberhaut und deren Hornanhänge übertragen wird. Daher sind diejenigen Stellen der Haut am meisten zur Aufnahme von Tasteindrücken geeignet, wo unter einer feineren Oberhaut zahlreiche Gefühlsnervenfaserendigungen enthalten sind. Bekanntlich wird dadurch bei fast allen Wirbelthieren die Schnauzen- und Lippengegend zum specifischen Tastorgan, namentlich auch bei denjenigen Säugethieren, wo Bartborsten und Schnurrhaare hinzutreten. Tasthaare der Fledermausflügel. Die zuerst vom Menschen bekannt gewordenen Tastkörperchen (bindegewebige Kolben mit dem Ende der Nervenprimitivfaser, enthalten in den Papillen der Cutis) finden sich auch an der Unterfläche der Hände und Finger der Affen. Es kommen dazu die Pacini'schen oder Vater'schen Körperchen, die verdickten Enden von Nervenfasern, welche beim Menschen, vielen Säugern und Vögeln im subcutanen Zellgewebe, aber auch an anderen Stellen, wie im Gekröse der Katze, nachgewiesen sind.

1) Bilharz, Das elektrische Organ des Zitterwelses. Leipzig 1857.

M. Schultze, Zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische. 1. Abth. Halle 1858. 2. Abth. 1859. Besonders abgedruckt aus dem 4. und 5. Bande der Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Halle.

M. Schultze, Zur Kenntniss des den elektrischen Organen verwandten Schwanzorganes von *Raja clavata*. Müller's Archiv. 1858.

Boll im Archiv f. micr. Anat. X.

Geschmacksorgane.

Die Zunge, auf deren mikroskopische Anatomie wir nicht eingehen, steht auf einem sehr verschiedenen Grade der Ausbildung. Sie ist bei den wenig wählerischen Fischen fast auf das Zungenbein reducirt und fungirt nie als Geschmacksorgan, als welches höchst wahrscheinlich die im Lippenepithelium und der Mundschleimhaut befindlichen „becherförmigen Organe“ anzusehn. Die Zunge der Amphibien und Reptilien variirt ungemein. Die *Pipae* haben gar keine; bei den meisten Fröschen ist sie nach hinten frei. Die Zunge der Schlangen ist Tastorgan; sie ist schmal, lang, endigt vorn in zwei lange Spitzen und liegt in einer Scheide. Auch viele Saurier haben eine gespaltene, in einer Scheide ruhende Zunge, z. B. die *Fissilingues*. Bei den Crokodilen ist die Zunge der ganzen Länge nach angewachsen. Sehr merkwürdig ist die Zunge des Chamäleon: sie kann sehr weit aus dem Munde gestossen werden, um mit dem vorderen kolbigen und klebrigen Theile Insecten zu fangen. Die Erklärung, dass die Ausstossung durch die Zungenbeinmuskeln geschähe, ist nicht genügend, vielmehr scheint es eine Art von Ausspucken zu sein. Dafür spricht auch, dass das Chamäleon beim Zurückziehen der Zunge öfter ungeschickt ist. Die Zunge der meisten Vögel, mit einem hornartigen Ueberzuge versehen, zugespitzt und mit Haken besetzt, ist mehr Greif- als Geschmacksorgan. Nur bei einigen, namentlich den Papageien, ist sie fleischig und trägt zahlreiche Geschmacks-papillen. Auch die Säugethiere zeigen mannigfache Zungenbildungen, deren nähere Beschreibung jedoch zu weit führen würde. Allgemein ist hier die Zunge Geschmacksorgan, auch wo sie zum Theil mit Horngebilden bedeckt ist, wie z. B. bei *Echidna hystrix*. Die eigentlichen nervösen Endapparate der Reptilien und Vögel sind unbekannt. Bei den Amphibien sind die Nervenendigungen in den sogenannten Geschmacksscheiben enthalten, an deren Stelle bei den Säugethieren die nervösen Endapparate in den Schmeckbechern zu suchen sind.

Geruchsorgane.

Amphioxus besitzt als Nase eine unsymmetrisch liegende kegelförmige Vertiefung, welche unmittelbar auf dem vorderen, das Gehirn vorstellenden Theile des Rückenmarkes aufsitzt. Auch die Myxinoiden mit den Petromyzonten haben eine, sie, nament-

lich erstere von allen Fischen unterscheidende Nasenbildung. Die Nase ist einfach, eine lange Röhre, welche bei den Myxinoiden durch Knorpelringe gestützt ist und den Gaumen durchbohrt. (Nur die *Dipnoi* verhalten sich noch so.) Diese Eigenthümlichkeit, welche später sich bei den Wirbelthieren oberhalb der Fische wieder eingestellt hat, und der Spritzsack der Petromyzonten, hängt mit der Art der Athmung zusammen, indem die Cyclostomen durch die Kiemenlöcher ein- und ausathmen, und daher den bei den Fischen durch den Mund gehenden und den Nasengruben neues Wasser zuführenden Athemstrom auf eine andere Weise ersetzen müssen. Bei den Myxinoiden geschieht dies durch eine hinter der Gaumenöffnung gelegene bewegliche Klappe, bei den Petromyzonten durch die erwähnte contractile Ausbuchtung des Nasenrohres, den Spritzsack. Die Nasenöffnungen der Plagiostomen befinden sich an der Bauchseite in der Nähe des Mundes, wo ihnen die Wasservernewerung des Athemstromes zu Theil wird, wie sie auch bei den Stören und Knochenfischen, bei letzteren meist je doppelt, seitlich an der Schauze liegen. Die mit Flimmerepithelium versehene Riechhaut vermehrt ihre Oberfläche durch Falten und Blätter, gestützt durch Knorpelstäbchen und entweder von einer mittleren Axe radienförmig oder kammförmig nach zwei Seiten ausgehend. Die Nasenkanäle der *Lepidosiren* liegen in den Lippen, die vordere Oeffnung vorn an der Schnauze, die hintere im Mundwinkel; im Uebrigen ist die Nase ganz fischartig. Sehr auffallende Modificationen zeigen einige Arten *Tetrodon*; sie haben statt der inneren Nasenhöhlen tentakelartige Nasenpapillen mit starken Geruchsnerven.

In der Klasse der Amphibien wiederholt sich der Typus der Fischnase noch einmal bei den Proteiden, namentlich *Proteus*. Mit der nun eintretenden Luftathmung ist immer die Oeffnung der Nase in die Mundhöhle verbunden; die Nasengänge öffnen sich bei den Batrachiern sehr weit nach vorn, bei den Crokodilen sehr weit hinten im Rachen. Während im Allgemeinen bei den Amphibien und Reptilien durch Erweiterung der Nasenhöhlen für die Vergrößerung der Oberfläche gesorgt wird, beginnt bei ihnen auch die Bildung der Muscheln, welche jedoch erst in den folgenden Klassen ihre Bedeutung hinsichtlich der Flächenvermehrung erhalten.

Die äusseren Nasenöffnungen der Vögel variiren sehr an Form und Lage; häufig, namentlich bei den Wasservögeln, auch bei *Cathartes*, fehlt die Scheidewand zwischen denselben (*nares perviae*).

Die inneren Oeffnungen (*choanae*) sind in der Regel zwei schmale, oft in eine zusammenfliessende Spalten. Die Muscheln sind gewöhnlich Umbiegungen der knorpeligen Wände der Nasenhöhlen, drei an der Zahl, von denen jedoch nur eine in den verschiedenen Ordnungen vorzugsweise entwickelt zu sein pflegt. Alle Vögel, mit Ausnahme der Tauben, besitzen eine, wahrscheinlich die Nasenhöhle feucht erhaltende Nasendrüse, die gewöhnlich auf den Stirnbeinen liegt.

Die wesentlichen Veränderungen, welchen die Nasen der Säugethiere unterworfen, bestehen in Form und Ausdehnung der unteren Muscheln. Bei den Pflanzenfressern, besonders den Einhufern und Wiederkäuern, ist die Muschel anfangs ein einfaches Blatt, welches sich bald in zwei sich einrollende Lamellen, eine obere und eine untere, spaltet. Bei den durch ihren Geruch ausgezeichneten Fleischfressern sind die Muscheln, indem sie sich dichotomisch spalten und einrollen, baumartig verzweigt und stellen sehr complicirte Labyrinth dar, am stärksten bei den Seehunden, bei welchen man danach den feinsten Geruch voraussetzen dürfte, wenn nicht das Beispiel vom Gehörorgan der Reptilien und Vögel zeigte, das keineswegs immer Sinn und Sinnesorgan gleichen Schritt in ihrer Ausbildung halten. Mit der Stärke des Geruchssinnes hängt auch die Ausdehnung der Knochenhöhlen (*sinus frontales, maxillares, sphenoidales*) zusammen, mit denen sehr häufig die Nasenhöhlen communiciren. Beträchtlich sind namentlich beim Elephanten die Stirnbein- und Keilbeinhöhlen.

Sehr bedeutend ist die Umwandlung, welche das Geruchsorgan der ächten Cetaceen erleidet, bei denen zum Theil die Geruchsfunktion durchaus zurücktritt, indem den Delphinen die Riechnerven gänzlich zu mangeln scheinen.

Als Nebengeruchsorgan gelten die nach Jacobson benannten Theile. Das paarige Organ ist bei den Urodelen noch nicht von der Nasenhöhle abgetrennt. Bei den Anuren tritt es am vorderen Ende der Nasenhöhle als eine Ausbuchtung auf. Ebenso bei den Sauriern entstehend wird es hier beim erwachsenen Thiere durch Verschiebung des Kanales von der Nasenhöhle abgeschlossen und in die Mundhöhle geöffnet. Bei den Säugern, besonders Nagern und Wiederkäuern communicirt es mit ihr durch die Stenonischen Gänge ¹⁾.

1) Specielleres hierüber und über den Thränen-Nasengang bei Born. Morph. Jbch. V.

Augen.

Die Beispiele von Blindheit oder sehr unvollkommener Ausbildung der Gesichtorgane sind unter den Wirbelthieren Ausnahmen. Bei *Amphioxus* finden sich nur zwei Pigmentflecke. Die mancherlei Fälle von rudimentären Augen (Myxinoiden, *Proteus*, *Spalax*), welche sonst innerhalb der Wirbelthiere vorkommen, sind sämmtlich auf rückbildende Anpassungen zurückzuführen.

Sonst zeigt das Auge der Wirbelthiere verhältnissmässig geringe Varietäten. In allen Klassen finden sich die vier geraden und zwei schiefen Muskeln, zu denen bei den Amphibien, Reptilien und vielen Säugethieren der Zurückzieher des Augapfels, *musculus retractor oculi*, kommt, der bei den Wiederkäuern in vier einzelne Muskeln zerfällt.

Die Augenlidbildung kommt bei den Fischen nur unvollkommen zu Stande, indem gewöhnlich die äussere, durchsichtiger gewordene Haut einfach das Auge überzieht. So ist es auch bei vielen Amphibien und Reptilien, z. B. den Cöcilien, Ophiidiern und Gekkos. Bei *Chamaeleon* sind die Augenlider zu einer kreisrunden, mit einem Querspalt versehenen Blendung verwachsen. Aber schon bei den Fischen, in einer Abtheilung der Haie (*Nictitantes*), bei den Fröschen, sehr vielen Reptilien (am vollständigsten bei den Crokodilen) und ganz allgemein bei den Vögeln findet sich ein drittes Augenlid, die Nickhaut, *membrana nictitans*, welche von dem vorderen (inneren) Augenwinkel aus durch einen eigenthümlichen Muskelapparat über das Auge gezogen werden kann. Sie schwächt, da sie ziemlich dünn ist, die Lichtempfindung nicht ganz ab. Mit ihr ist immer die Harder'sche, hinter dem Augapfel liegende Drüse verbunden. Auch bei den Schlangen ist dieselbe vorhanden und in ihrer einfachsten Form bei den Urodelen. Ihr Secret scheint hier zur Einölung des Augapfels zu dienen (Wiedersheim). Bei den Säugethieren ist die Nickhaut auf die *plica semilunaris* reducirt, die bei einigen, z. B. den Pferden, einen Knorpel enthält.

Der Thränenapparat fehlt den Fischen, ist aber schon bei den meisten Amphibien und Reptilien vorhanden. Die Thränen der Schlangen bleiben unter der von dem äusseren Hautüberzuge gebildeten und das Auge wie ein Uhrglas bedeckenden Kapsel und werden von hier aus in den Thränenkanal geleitet.

Das Auge der Fische ist an der Hinterwand der *orbita* befestigt. Die *sclerotica* der meisten Knochenfische nimmt zwei, häufig verknöchernde Knorpelstreifen auf, welche beim Stör zu einem Knorpelcylinder werden. Die *cornea* ist sehr flach; ihre grössere Convexität würde, bei der brechenden Kraft des Wassers, dem deutlichen Sehen hinderlich sein. Die äussere in die Iris übergehende Lamelle der *chorioidea* zeichnet sich durch ihren Silberglanz aus, auf der inneren Fläche der *chorioidea* findet sich oft, (z. B. bei den Plagiostomen) ein silberglänzendes *tapetum*. Das *corpus ciliare* haben nur die Plagiostomen und die Thunfische. Durch den Spalt der *retina* der Knochenfische tritt in den Glaskörper bis zur Linse der *processus falciformis*, dessen vordere Anschwellung die *campanula Halleri* ist. Feinere histologische Untersuchungen haben gezeigt, dass dies Organ nicht sein Analogon im Kamm der Vögel hat. Der *processus* besteht aus Arterie, Vene und Nerv, umschlossen von einer bindegewebigen Scheide, die aus der Bindegewebsmembran der *chorioidea* stammt. Die *campanula* ist muskulös.

Das Auge der Amphibien und Reptilien nähert sich dem der Vögel; die Linse ist platter als bei den Fischen, das *corpus ciliare* vorhanden. Der bei vielen Sauriern (*Anguis Lacerta*) vorkommende Kamm (*pecten, marsupium*), als dessen Analogon wohl auch der in der Mitte befindliche schwarze Fleck bei den Crokodylen auszusehen, ist dieselbe Bildung, welche bei den Vögeln vorkommt.

Bei den Vögeln wird die *cornea* von einem Knochenringe umgeben, bestehend aus einer unbestimmten (12—30) Anzahl von Platten. Der von der Netzhaut sich in den Glaskörper, nicht selten bis zur Linse erstreckende fächerförmige und pigmentreiche Kamm wird hauptsächlich aus Gefässen gebildet, welche von den im Sehnerven und in der Scheide desselben verlaufenden Gefässen kommen. Er scheint weniger als Blende zu dienen, sondern die Ernährung der Nachbartheile zu bewirken.

Die Modificationen, welche das Auge der Säugethiere im Vergleich mit dem menschlichen darbietet, sind unbedeutend. Eine ganz enorme Anschwellung der *sclerotica* findet sich bei den Wal-fischen. Von den *uvea* ragen bei den Pferden, vielen Wiederkäuern, auch beim *Monodon* die sogenannten Trauben bis in die Pupille herab, eine auch bei einigen Fischen (*Rhinobatus*) vorkommende Bildung. Wichtig sind die auf das *tapetum* sich beziehenden

Veränderungen, eine eigenthümliche Membran im Auge vieler Säugethiere, welche die Fähigkeit hat, das Licht zurückzuwerfen, und so das scheinbare Selbstleuchten der Augen hervorbringt. Bei den eigentlichen Pflanzenfressern, den Pferden, den Wiederkäuern, den Cetaceen und einigen fleischfressenden Beutelhieren ist das *tapetum* faserig, besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe und zeigt getrocknet nicht mehr die Interferenzerscheinungen. Dagegen ist das *tapetum* der Carnivoren und Robben zellig.

Zur fernerer Erörterung des über die Augen der Arthrozoen Gesagten, mag hier die feinere Structur der Netzhaut des Wirbelthierauges kurz geschildert werden.

Man hat in der Retina der Wirbelthiere nicht weniger als acht Schichten zu unterscheiden: zu innerst eine Begränzungshaut, zu äusserst die Schichte der Stäbchen und Zapfen, dazwischen mehrere Schichten von Körnern, eine Nervenzellschicht und die unter der Begränzungshaut liegende Schicht der Sehnervenfasern. Die Elemente der Stäbchenschicht sind mit den Körnern und durch diese mit den Ganglienzellen und Nervenfasern in continuirlichem Zusammenhange, und dadurch und durch andere Gründe wird es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Stäbchen und Zapfen die wahren Nervenenden sind und als solche die Function der Lichtempfindung haben, während die anderen Elemente der Retina als blosser Leiter der in der Stäbchenschicht hervorgebrachten Eindrücke dienen. Für diese Auffassung spricht auch das Verhalten der Retina der Cephalopoden, bei denen die innerste Schicht der Retina durch Cylinder gebildet wird, die den Stäbchen der Wirbelthiere ähnlich sind. Dann kommt eine dichte Pigmentlage, durchbohrt von den fadenförmigen Fortsätzen jener Cylinder. Der bei den Wirbelthieren allerdings auffallende Umstand, dass die Stäbchenschicht nach aussen liegt, wird aufgewogen durch die fast vollkommene Durchsichtigkeit der vorliegenden Schichten.

Accessorische Augen finden sich längs der ganzen Unterseite einiger Knochenfische (*Chauliodus* u. a.)

Gehörorgane¹⁾.

Ein Gehörorgan besitzt *Amphioxus* nicht. Bei den Cyclostomen und Fischen beschränkt es sich auf die *canales semicirculares* mit dem *vestibulum*, jedoch finden bedeutende Unter-

1) Hauptwerk: G. Retzius, das Gehörorgan d. Wirbelthiere. Stockholm 1881 ff.
O. Schmidt, vergl. Anatomie. 8. Aufl.

schiede statt. Das, wie bei den *Petromyzonten*, in einer eigenen Gehörkapsel liegende häutige Labyrinth der *Myxinoiden* ist ein einziger in sich zurücklaufender Kanal mit einer dem *vestibulum* gleichwerthigen Anschwellung. Bei *Petromyzon* und *Ammocoetes* besteht das häutige Labyrinth aus dem durch eine Furche in zwei symmetrische Hälften zerlegten *vestibulum* mit einem zwischen den Ampullen gelegenen sackförmigen Anhang und zwei halb-zirkelförmigen Kanälen, die mit dem *vestibulum* verwachsen sind, an der inneren Wand der Knorpelkapsel sich knieförmig verbinden und an dieser Stelle, sowie durch ihre fast dreitheiligen Ampullen mit dem Vorhofe communiciren.

Alle übrigen Fische besitzen die vom Vorhofe, dem *utriculus*, ausgehenden drei halb-zirkelförmigen Kanäle mit je einer Ampulle, ferner den mit dem *utriculus* in offener Verbindung stehenden, nach unten gelegenen *sacculus*. (Fig. 99.) Eine selten

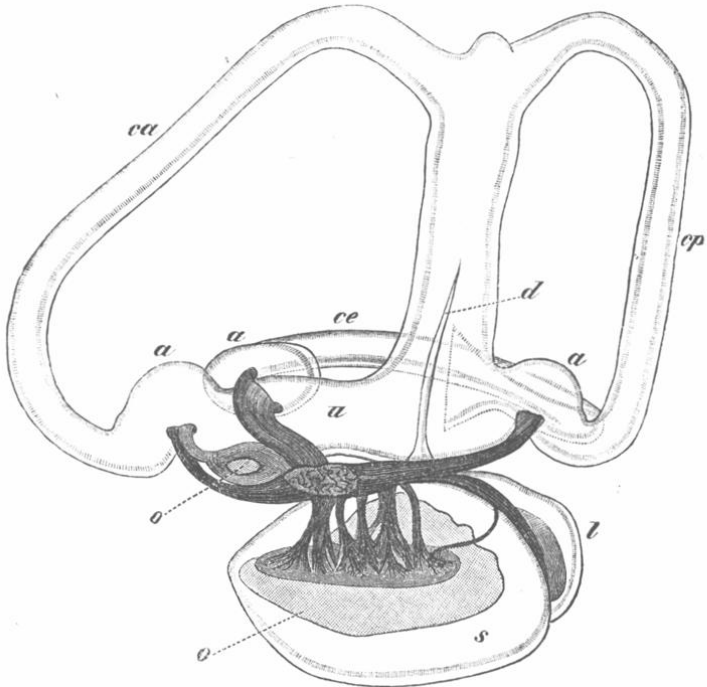


Fig. 99. Rechtes häutiges Gehörorgan von *Salmo salar* v. innen (n. Retzius). *u* Utriculus; *a a* Ampullen; *ca* vorderer Bogengang; *cp* hinterer; *ce* äusserer; *s* Sacculus; *l* Lagena; *d* ductus endolymphaticus; *o* Gehörsteine. Dazu der durchschnitene Hörnerv mit seinen Zweigen.

fehlende, wenn auch oft nur angedeutete Ausbuchtung des letzteren ist die *lagena*. Sie bildet bei den anderen Vertebraten, deutlich erst bei den Reptilien angefangen, den Endabschnitt der Schnecke, *cochlea*, nachdem sich die *pars basilaris* der Schnecke zwischen *sacculus* und *lagena* eingeschoben hat. Eine aus dem Sacculus entspringende Röhre ist der *ductus endolymphaticus*, dem in die Schädelhöhle einmündenden *aquaeductus vestibuli* der höheren Thiere homolog. Dieser Gang mündet bei den Selachiern auf der Schädelloberfläche direct nach aussen. Bei den übrigen ist er kürzer und endigt blind. In der Regel liegen im Utriculus und in beiden Abtheilungen des Sacculus je ein, oft sehr ansehnlicher Gehörstein, Otolith, durch feine Membranen an die Labyrinthwände befestigt. Auf die Vertheilung des Hörnerven haben wir uns nicht einzulassen.

Sehr merkwürdig ist die Verbindung, welche bei verschiedenen Fischen zwischen der Schwimmblase und dem Gehörorgane besteht. So findet sich bei den Siluroiden mit Schwimmblase, den Cyprinoiden und Characinen unter den vorderen Wirbeln eine Reihe von drei Knöchelchen, deren vorderstes an hintere Verlängerungen und Ausbuchtungen des häutigen Labyrinthes stösst, während das hintere bis zur Schwimmblase reicht. Bei *Clupea*, *Engraulis* und *Notopterus* verlängert sich die Schwimmblase in einen, nicht mit dem Schlundgange zu verwechselnden Kanal, der sich wieder theilt. Jeder dieser Aeste geht in zwei blasenartige Erweiterungen über, deren eine mit dem Labyrinth zusammenstösst. Aehnlich verhält es sich bei mehreren Percoiden, z. B. *Holocentrum*, *Myripristis*, wo eine Verlängerung der Schwimmblase bis in die Nähe des Labyrinthes geht, von dieser aber durch eine Schädelmembran getrennt bleibt. Ueber die Bedeutung dieser Verbindungen lassen sich nur Vermuthungen aufstellen; vielleicht dient die Schwimmblase hier als Resonator.

An die oben beschriebene Form des häutigen Labyrinthes der Fische schliesst sich das der Amphibien unmittelbar an, nur hebt sich die *Lagena* deutlicher vom *Sacculus* ab.

Die meisten Amphibien, nämlich Cöcilien, Derotreten, Salamandrinen und von den Fröschen die Bombinatoren (Unke) sind noch ohne Trommelhöhle. Die Bombinatoren ausgenommen findet sich also bei den Fröschen eine Trommelhöhle und in derselben als Verbindung der *fenestra ovalis* des Vorhofes mit dem hinter dem Unterkieferstiel auf einem Knorpelringe ausgespannten, meist ganz frei liegenden Trommelfell ein Gehörknöchel-

chen. Dasselbe zerfällt oft in zwei, ja in drei Abtheilungen. Die Verschlussplatte des ovalen Fensters, das Homologon des Steigbügels *stapes*, geht aus dem primären Ohrknorpel hervor, ihr Stiel aus dem oberen Abschnitte des 2. Visceralbogens.

Es ist auch bei den Reptilien und Vögeln da und heisst dann das Säulchen, *columella*. Die *tubae Eustachii* münden in der Regel (*Rana*, *Hyla*, *Bufo*) gesondert in den Rachen; nur in der Familie der zungenlosen *Pipae* findet sich eine gemeinsame Oeffnung der ausnahmsweise langen Tuben mitten im Rachen. Bei diesen ist das Trommelfell selbst in einen knorpeligen Deckel verwandelt.

Von den Reptilien fehlt den Schlangen die Trommelhöhle; die lange *columella* der Grossmäuler steckt in den Muskeln; bei den Engmäulern ist die *columella* klein oder verschwindet ganz. Alle Reptilien besitzen eine durch eine *fenestra rotunda* mit der Trommelhöhle in Verbindung stehende Schnecke, obschon diese bei den Cheloniern noch sehr einfach ist, sackförmig, ohne Abtheilungen. Am meisten ausgebildet und von der der Vögel kaum zu unterscheiden ist die Schnecke der Crocodile, wo sie von länglicher Gestalt ist, etwas gekrümmt und am Ende erweitert. Sie enthält einen Knorpelring, zwischen welchem eine zarte, der *lamina spiralis* zu vergleichende und die Verzweigungen des *n. cochlearis* enthaltende Membran ausgespannt ist, bedeckt von einer zweiten faltigen und gefässreichen Haut. Dadurch wird die Schnecke in zwei, der *scala tympani* und *s. vestibuli* entsprechende Abtheilungen getheilt. Indem die Schenkel des Knorpelringes in dem freien Ende der Schnecke sich umbiegen und in eine feste Membran übergehen, bilden sie die sogenannte Flasche, *lagna*, worin ebenfalls die Vögel vollkommen mit den Crocodilen übereinstimmen.

Das Ohr der Säugethiere ist in allen inneren Theilen dem des Menschen höchst ähnlich; nur die Schnecke von *Echidna* und *Ornithorhynchus* erinnern noch einmal an die niederen Vorfahren.

Die Seitenorgane der Fische und Amphibien.

Eigenthümliche Sinnesorgane ragen entweder, besonders bei jungen Fischen in Form einfacher hügeliger Hautvorsprünge frei ins Wasser hervor, oder befinden sich als sogenannte „Nervenknöpfe“, im Grunde röhrenförmiger Kanäle. Die eintretenden Nervenfasern stehen in Contact mit den Wurzeln specifischer Haare, welche von einer zarten offenen Röhre umschlossen sind. Ganz ähnliche Organe

besitzen alle Amphibien, welche und so lange sie im Wasser leben. Sie stehen in mehreren Linien am Kopfe und längs des Rückens und der Seiten und wechseln in ihrer gegenseitigen Stellung so, dass sie z. B. bei den Schwanzlurchen in der oberen Seitenlinie in Bezug auf ihre Längsdurchmesser quer, in der unteren längs gestellt sind. Am Rumpfe sind die *Nervi laterales Vagi* die Sinnesnerven für das Seitenorgansystem, am Kopfe vorzüglich, vielleicht allein der *Trigeminus*. Ueberall handelt es sich bei dem einzelnen Organ um kraterförmige Einsenkungen, in denen Härchen, von einzelnen Zellen ausgehend, sich befinden. Die von F. E. Schultze ausgesprochene Vermuthung, dass sowohl bei Fischen als bei Amphibien diese Organe zur Vermittlung von Wahrnehmungen der Geschwindigkeit des Körpers im Wasser und der Wasserbewegungen dienen möchten, hat die meiste Wahrscheinlichkeit für sich. (Malbranc, Seitenlinie und Sinnesorgane bei Amphibien. Z. f. w. Zool. 1875. XXVI.)

Verdauungsapparat.

Gebiss.

Bei Weitem nicht alle Wirbelthiere haben Knochenzähne zum Ergreifen, Festhalten und Zerkleinern der Nahrung. Viele (unter den Fischen z. B. *Acipenser*, die *Lophobranchii*, unter den Amphibien *Pipa*) haben keine harten Mundtheile; bei anderen werden die eigentlichen Zähne durch Hornzähne und andere hornige Gebilde vertreten. Dergleichen Hornzähne, aus Lagen verhornter Epithelialzellen, finden sich in geringer Anzahl bei den Cyclostomen. Die Chelonier verhalten sich wie die Vögel¹⁾; ihre Kiefern sind mit Hornscheiden überzogen, welche nach Verhältniss der Nahrung und Lebensweise mit schärferen oder stumpferen Kanten oder mit zahnartigen Fortsätzen oder Kerben versehen sein können. Auch die Hornscheide der Monotremen gehört hierher. Bei den Bartenwalen, deren Fötus jedoch immer wirkliche Knochenzähne haben, sind die zahlreichen, im Oberkiefer befindlichen, parallelen Horn-

1) Bei manchen Papageien kommen unter den Hornscheiden des Schnabels ähnliche Gebilde vor, denen das Dentin fehlt. Statt dessen bedecken sich die auf dem Rande der Kiefer stehenden, mitunter sogar in Alveolen eingesenkten Papillen mit Horn. Es handelt sich um ähnliche Bildungen, wie die Hornzähne und Lamellen der Enten und Taucher.

platten als epitheliale Wucherungen unter dem Namen der Barten bekannt.

Die ächten Zähne der Wirbelthiere — Dentinzähne¹⁾ — bestehen aus drei Substanzen, dem Zahn- oder Elfenbein, Dentin, dem ächten Knochen verwandt, aber härter, dem Schmelz, welcher den oberen freien Theil des Zahnes, die Krone, überzieht und dem Cement, einer weicheren Knochenmasse, welche den Zahnsockel bildet, in vielen Fällen aber auch sich weiter nach oben oder über den ganzen Zahn erstreckt. Die Oberfläche des Schmelzes, oft auch des Dentins, wird von einem sehr festen Häutchen überzogen, dem Schmelzoberhäutchen. (Fig. 100.) Schmelz und Schmelzoberhäutchen werden von einer dem oberen Keimblatt angehörigen Cylinderzellenschicht, der Schmelzmembran abgesondert, Dentin und Cement von dem tiefer liegenden Dentinkeim und damit zusammenhängenden Zellenwucherungen und dem umgebenden Bindegewebe. Die Zähne stehen ursprünglich immer ausser Beziehung zum Skelet, an welches sie anwachsen, oder in dass sie sich einsenken. Bei den Selachiern zuerst auftretend erscheinen die Zähne der höheren Klassen als Vererbungen,

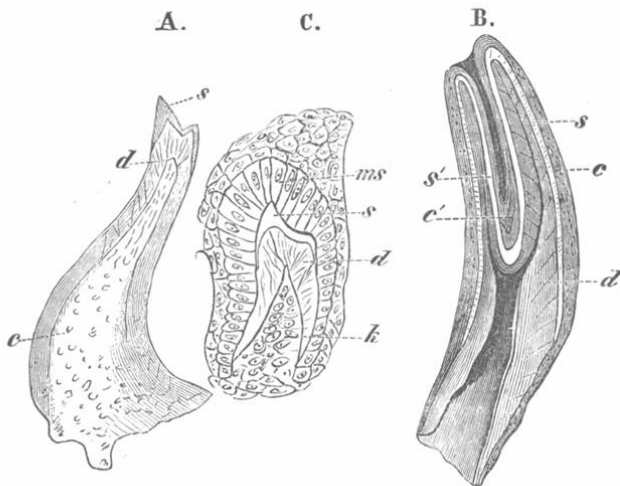


Fig. 100. A. Zahn von *Axolotl* (n. Hertwig). B. Schneidezahn des Pferdes (n. Owen). C. Zahnanlage von *Triton cristatus* (n. H.). s Schmelz; d Dentine; c Cement; ms Schmelzmembran; k Dentinekeim.

1) O. Hertwig, Bau und Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier. *Jenaische Zeitschr.* VIII. 1874.

Ders., Zahnsystem der Amphibien. *Archiv für micr. Anat.* XI. Supp. 1874.

die in Gestalt und Structur den verschiedenen Bedürfnissen angepasst wurden.

Die Entstehung der Zähne selbst ist bei den Selachiern noch heute nachweisbar (Gegenbaur). Ihre Zähne sind mit den Placoidschuppen völlig gleichartig: beim Uebergange der äusseren Haut in die Mundschleimhaut werden die Hautzähne zu Kieferzähnen. Von hier an erscheinen Differenzirungen aus dem niedrigeren Zustande. Die Zähne der Ganoiden stimmen nicht mehr mit den Ganoidschuppen, sind aber von Zahnbildungen der Selachier ableitbar. Noch weiter von den Schuppen entfernen sich die Zähne der Knochenfische. Auch Dipnoi und Chimären stehen den Selachiern durch hoch differenzirte Zähne gegenüber.

Die Zähne der Amphibien stehen auf einer niedrigeren Stufe als selbst bei vielen Knochenfischen. Es ergibt sich aus der Vergleichung des Vorkommens und der Anordnung, dass die Vorfahren der Amphibien eine reichere Bezaehlung auf den Knochen der Mundhöhle hatten. Die zwei im Oberkiefer der ächten Giftschlangen befindlichen langen und spitzen Giftzähne sind von einem Kanale durchbohrt, der sich von der Wurzel bis etwas vor die Spitze erstreckt. Der Kanal ist ursprünglich als Furche da, deren Ränder sich später schliessen. Die *Suspecti* haben nur Furchenzähne. In die Kategorie der Zahnbildungen gehört auch die eigenthümliche Bewaffung des Zwischenkiefers bei den reifen Sehlagen- und Eidechsenembryonen, welche mit ihrer Basis an den Unterrand des Zwischenkiefers befestigt ist und, sich nach unten und vorn biegend, aus dem Munde hervorragt. Dieser Zahn dient wahrscheinlich zum Zerbrechen der Eischale.

Die Zahl der Knochen, welche Zähne tragen, ist bei den Säugethieren am meisten beschränkt, am ausgedehntesten bei den Fischen. Zur bequemerem Uebersicht mag folgende allgemeine Zusammenstellung dienen:

Zwischenkiefer. Säugethiere. Crocodile. Saurier. Fische. (*Esox*, *Salmo*, *Labrus* u. a.)

Oberkiefer. Säugethiere. Reptilien. Amphibien. Fische (viele *Salmones*, *Sudis* u. a.)

Unterkiefer. Säugethiere. Reptilien. Amphibien (mit Ausnahme der meisten ungeschwänzten Batrachier). Fische (viele *Salmones*, *Silurini* und *Pleuronectidae*. *Esox* u. a.)

Gaumenknochen. Ophidier. Saurier. Batrachier. Fische (mehrere *Salmones*, *Erythrinus*, *Sudis*, *Esox*, *Bagrus* u. a.)

Pflugscharbein. Batrachier. Fische (*Salmo*, *Heterobranchus*, *Rhombus* u. a.)

Parasphenoid. *Salamandra glutinosa*. Fische (*Sudis*, *Notopterus*, *Osteoglossum*).

Zungenbein. Fische (*Esox*, *Salmo* u. a.).

Kiemenbogen. Fische (*Esox*).

Obere und untere Schlundknochen. Viele Fische.

Darmkanal.

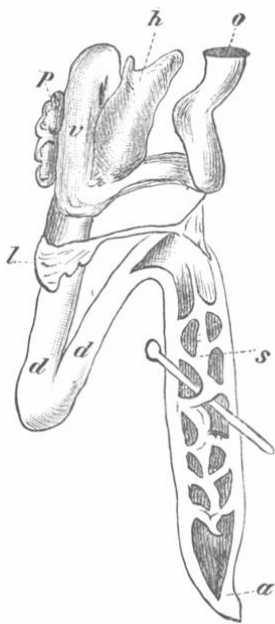


Fig. 101. Darmkanal des Störes. o Schlund; v Magen; d Dünndarm; s Klappendarm; a After; h Leber; p Pancreas; l Milz.

Den einfachsten Darmkanal hat *Amphioxus*; der vordere etwas erweiterte Theil, in den sich die Kiemenhöhle öffnet, und von dem ein nach vorn sich wendender Blindsack abgeht, kann als Magen betrachtet werden, und dieser geht in einen schwach gekrümmten kurzen Darm über. *Amphioxus* ist das einzige Wirbelthier, dessen Darmkanal in seinem ganzen Verlauf mit Flimmerepithelium versehen. Bei den Fischen findet sich fast immer ein Magen, zu welchem sich die Speiseröhre allmählig erweitert. Mit der Speiseröhre steht häufig (Störe, *Physostomi*) die Schwimmblase durch einen Luftgang in Verbindung. Ein anderer, von der Speiseröhre ausgehender Sack dient mehreren der *Gymnodontes* zum Aufblähen des Körpers. Am Magen lassen sich meist zwei Abtheilungen unterscheiden, eine vordere *pars cardiaca* und eine, häufig dünndarmähnliche *pars pylorica*, welche mit jener einen oft spitzen Winkel bildet, und hinter deren Uebergangsstelle in die dem Dünndarm und Dickdarm entsprechende Abtheilung (Mitteldarm) die Mündung der *appendices pyloricae* sich befindet. Der Mitteldarm geht in einen kurzen, in der Regel geraden Mastdarm über. (Fig. 101.)

Von den Veränderungen, welche die Häute des Darmkanals erleiden, sind die der Schleimhaut am beträchtlichsten und wichtigsten. Sie beziehen sich namentlich auf die Flächenvergrößerung,

theils durch Längsfalten, theils durch Querfalten und Zotten, theils auch durch die Bildung der sogenannten Spiralklappe, welche sich im Mitteldarme der Plagiostomen, Ganoiden und Doppelathmer findet. Die gewöhnliche Form derselben ist die einer Wendeltreppe, seltener ist sie in gerader Linie befestigt und eingerollt. Die Afteröffnung der Fische liegt vor der Harn- und Geschlechtsöffnung.

Trotz der so vielfachen sonstigen Körperverschiedenheiten zeigt der Darmkanal der Amphibien und Reptilien im Allgemeinen eine übereinstimmende Anordnung, welche sich an die Fische anschliesst. Die gewöhnlich weite Speiseröhre, die, wie der Magen, aber in geringerer Menge, Längsfalten der Schleimhaut besitzt, trägt bei den Seeschildkröten lange zahnartige Epithelialpapillen. Bei den Ophidiern findet ein unmerklicher Uebergang in den Magen statt. Häufig ist der Pfortnertheil durch eine Klappe oder Schleimhautfalte vom Darne geschieden. An diesem nimmt man zwei Abtheilungen wahr, den Mitteldarm und Afterdarm. Die Flächenvergrößerung des Mitteldarmes wird durch Falten und Zotten hervorgebracht, durch deren stärkere Entwicklung er sich vor dem Afterdarme auszeichnet, von dem er auch oft durch einen Wulst oder eine Klappe geschieden ist. Nicht selten findet sich am Anfange des Afterdarmes ein kurzer Blindsack.

Der Darmkanal der Vögel zeigt mannichfache Verschiedenheiten. In vielen Fällen findet sich eine sackförmige, selten (Tauben) doppelte Erweiterung der Speiseröhre, der Kropf, in welchem die Speisen, ehe sie in den Magen kommen, erweicht werden. Er fehlt z. B. den meisten Passerinen und Schwimmvögeln. Der Magen ist bei allen (ausser bei *Euphonia*, aus der Familie der *Tanagridae*) doppelt, ein Vor- oder Drüsenmagen und ein Muskelmagen. Das Grössenverhältniss dieser beiden Abtheilungen ist kein bestimmtes; bei *Procellaria* übertrifft der Drüsenmagen den Muskelmagen am meisten. Die Lage und Anordnung der Drüsen ist gleichfalls sehr wechselnd. Der Muskelmagen, dessen Cardia und Pylorus immer sehr nahe bei einander liegen, ist besonders bei den Körnerfressern durch die Stärke seiner beiden scheibenförmigen Muskelwände ausgezeichnet bei sehr geringer Weite. Bei den fleischfressenden Vögeln ist er dünnhäutig. Eine Ausbuchtung vor der *portio pylorica*, die sich in einigen Fällen, am deutlichsten bei *Ardea* findet, kann als dritter Magen angesehen werden. Der Darm zerfällt immer in Dünndarm und Dickdarm. Der Dünndarm

bildet mit einem aufsteigenden und einem absteigenden Aste eine Schlinge, in welcher das Pancreas liegt; bei *Procellaria glacialis* sind ausnahmsweise acht solcher Schlingen vorhanden. Die Anfangsstelle des viel kürzeren und nur wenig weiteren Dickdarmes wird gewöhnlich durch die Insertion zweier Blinddärme, seltner eines bezeichnet. Die Blinddärme fehlen den meisten *Picariae* u. a. Bei vielen Vögeln bleibt an der früheren Einmündungsstelle des Dotterganges in den Dünndarm ein kleines Divertikel. Der Dickdarm ist gewöhnlich ganz kurz und mündet in die Kloake.

Die grossen Variationen, welche der Verdauungskanal der Säugethiere darbietet, richten sich meist nach der verschiedenen Nahrung und sind daher weniger wesentlich für die Speiseröhre, als namentlich für den Magen und für den Darm. Diese Theile haben im Allgemeinen eine viel beträchtlichere Zusammensetzung, der Darm eine auffallend grössere Länge bei den Frugivoren, als bei den Carnivoren. So haben die Fleischfresser (mit Ausnahme der Delphine), viele Nager, Edentaten, Beutelhüthiere u. a. einen einfachen Magen. An der Cardia des einfachen Magens der Pferde findet sich eine, den Zurücktritt der Speisen verhindernde Klappe. Ein Beispiel eines durch eine Einschnürung in eine drüsige *pars cardiaca* und eine mehr muskulöse *pars pylorica* getheilten Magens zeigt *Myoxus*, und weitere Abweichungen werden durch das Auftreten von blinddarmartigen oder taschenartigen Ausstülpungen zwischen Cardial- und Pylorusabtheilung hervorgebracht (z. B. bei *Manatus*, *Dicotyles torquatus* u. a.). Noch mehr Magenabtheilungen haben die ächten Cetaceen, Abtheilungen, die sich jedoch ziemlich gleich verhalten und sich dadurch wesentlich von den mehreren Magen der Wiederkäuer unterscheiden. Die meisten Wiederkäuer haben vier Magen, *Camelus*, *Auchenia* und *Moschus* drei.

Die Nahrung gelangt zuerst in den weiten Pansen (*rumen*) und aus ihm in den, seiner Funktion nach nicht wesentlich vom ersten Magen verschiedenen Netzmagen (*reticulum*, *ollula*). Indem nun die Speiseröhre als Schlundrinne (die sich übrigens auch bei mehreren Nagern, *Lenmus*, *Hypudaeus arvalis* und *amphibius*, findet) sich über die Insertionsstelle des Pansen hinaus erstreckt, legt sich der Rand dieser Rinne beim Hinabschlucken des wiedergekäuten Bissens dergestalt vor den Eingang in den Pansen, dass der Bissen an ihm und seinem Anhange, dem Netzmagen vorübergehend in den dritten Magen, das Buch, Psalter (*omasus*) geführt wird. Der vierte, mit dem Buche in Verbindung stehende

ist der Lab- oder Käsemagen (*abomasus*). Im ersten Magen bildet die Schleimhaut kleine Zotten und Papillen, im zweiten netzförmige, wiederum Papillen tragende Hervorragungen, im dritten Erhebungen in Blätterform; unregelmässige Falten macht die Schleimhaut des *abomasus*. Bei dem ganz jungen Kalbe ist nur der vierte Magen ausgebildet; die drei übrigen entwickeln sich in dem Masse, als das Thier neben der Milch noch vegetabilische Nahrung genießt. Auch die oben erwähnten Nager mit Schlundrinne, das Känguruh und die Faulthiere, kauen wieder.

Der übrige Darmkanal zerfällt in Dünndarm, Dickdarm und Mastdarm. Der Anfang des letzteren wird häufig durch einen, bei vielen Nagern bedeutend langen Blinddarm bezeichnet. After und Geschlechtsmündung sind getrennt. Nur die Monotremen besitzen eine wahre Kloake.

Speicheldrüsen. Den Fischen, Amphibien und vielen Reptilien (Crokodilen, vielen Cheloniern und Sauriern) fehlen die Speicheldrüsen. Sehr allgemein kommen sie den Ophidiern zu, wo sich eine, bei den ächten Giftschlangen rudimentäre oder verschwindende Oberkieferdrüse an der Aussenseite des Unterkiefers findet. Bei ihnen, vielen Sauriern und den Landschildkröten wird auch eine *glandula sublingualis* durch viele einfache Drüsenschläuche mit besonderen Ausführungsgängen gebildet.

Als eine modificirte Ohrspeicheldrüse hat die über und hinter dem Oberkiefer liegende Giftdrüse vieler Schlangen zu gelten. Ihr Secret wird theils durch die in ihrer fibrösen Hülle liegenden Muskelbündel, theils durch die Schläfenmuskeln ausgedrückt und durch einen besonderen Ausführungsgang zur Wurzel des Giftzahnnes hingeleitet.

Bei den Vögeln kommen in der Regel vier Paar Speicheldrüsen vor. Die eine (Zungendrüse Meck., *folliculi linguales* Aut.) wird durch eine Reihe einfacher Blindsäcke gebildet, welche sich einzeln längs der Seitenflächen der Zunge öffnen. Ein zweites Paar (vordere Hälfte der Unterkieferdrüse Meck., *glandulae submaxillares* Aut.) befindet sich vorn zwischen den beiden Unterkieferästen, zwischen der äusseren Haut und der Mundhaut. Sie ist eine zusammengesetzte Drüse mit mehreren Ausführungsgängen, die sich vor der Zunge öffnen. Hinter ihnen sind auch gewöhnlich die einfachen Mündungen des dritten Paares (hintere Hälfte der Unterkieferdrüse Meck., *glandulae sublinguales* Aut.), das gewöhnlich kleiner ist und weiter nach hinten, an den

Zungenbeinhörnern liegt. Sehr allgemein ist ferner die Ohrspeicheldrüse da (Mundwinkeldrüse Meck., *parotides* Aut.), am Mundwinkel oder hinter dem Jochbogen, gewöhnlich mit einem Ausführungsgange. Ausserdem sind wohl häufig vorkommende einfache Drüsenfollikel an der Zungenwurzel hierher zu rechnen, während zahlreiche Drüsenhöhlen neben der Mündung der Eustachischen Röhre hinter den Choanen den Schleim absondernden Tonsillen der Säugethiere entsprechen. Diese sind besonders bei den Raubvögeln ausgebildet.

Bei den Säugethieren finden sich gewöhnlich die bei dem Menschen vorkommenden Speicheldrüsen, nämlich die *gl. parotis* und *submaxillaris* jederseits mit einem und die *sublingualis* mit zahlreichen Ausführungsgängen. Nur den echten Cetaceen fehlen sie ganz. Auch die Schleimdrüsen an Lippen, Backen und Gaumen, sowie die Tonsillen sind sehr allgemein verbreitet.

Die Speicheldrüsen wenigstens der Säugethiere zeichnen sich durch ihren ausserordentlichen Nervenreichthum aus, und es geht die Nervenfasern direkt in die Speichelzellen über.

Leber. Mit Ausnahme von *Branchiostoma*, wo die Leberzellen, wie bei vielen wirbellosen Thieren, mit den Darmwandungen vereinigt sind, oder dessen Leber vielleicht nur in dem vom Anfange des Darmkanals abgehenden Blindsacke besteht, fehlt bei keinem Wirbelthier die aus einer Ausstülpung der embryonalen Darmanlage hervorgehende Leberdrüse, und in den meisten Fällen ist auch eine Gallenblase vorhanden, beide in der verschiedenartigsten Form und Ausdehnung.

Die sich durch ihren grossen Fettgehalt auszeichnende Leber der Fische ist weich und liegt in dem vorderen Theile der Bauchhöhle, von wo sie sich nicht selten sehr weit nach hinten erstreckt. In ihrer Gestalt ausserordentlich wechselnd, besteht sie im Allgemeinen entweder aus einem Stück (z. B. *Esox*, *Salmo trutta* und *fario*) oder sie ist zweilappig (z. B. *Cobitis fossilis*, *Perca fluviatilis*) oder dreilappig (*Gasterosteus aculeatus*, am deutlichsten bei den Cyprinen). Die Gallengänge bilden in der Regel nicht einen einfachen *ductus hepaticus*, sondern münden besonders in den *ductus cysticus* oder in die Gallenblase. Der *ductus choledochus* ergiesst die Galle gewöhnlich nicht weit hinter dem Pfortner in den Darm. Eine besonders grosse Gallenblase besitzt *Orthogoriscus mola*; sie fehlt bei *Petromyzon*, *Ammocoetes*, *Scomber leuciscus* und *Labrus turdus*.

Die Leber der Amphibien und Reptilien richtet sich im Allgemeinen in ihrer Form nach der Form des Thieres, daher sie bei den Schlangen langgestreckt, bei den Fröschen breiter ist. Ueber ihr Bestehen aus einem oder ihr Zerfallen in mehrere Lappen lässt sich etwas Bestimmtes nicht angeben, und auch das Verhältniss der verschiedenen Ausführungsgänge der Leber und der nur selten fehlenden Gallenblase ist wechselnd. Bemerkenswerth ist die abweichende Lage der Gallenblase bei den grossmäuligen Schlangen; hier befindet sie sich ziemlich weit entfernt von der Leber neben dem Anfang des Darmes, wo, hinter dem Pylorus, die Mündung des *ductus choledochus* oder die Mündungen des Blasendarmganges und des für sich bestehenden *ductus hepaticus* sind.

Die mit ihrer convexen Seite nach der Bauchwand, mit der concaven nach den Eingeweiden gerichtete Leber der Vögel zerfällt sehr allgemein in zwei Hauptlappen. Die Gallenblase ist meist vorhanden (fehlt z. B. den Tauben und Papageien). Nur selten (*Buceros*) findet sich ein gemeinschaftlicher *ductus choledochus*; in der Regel münden *ductus hepaticus* und Ausführungsgang der Gallenblase, in welche die Galle durch einen oder zwei *ductus hepatico-cystici* gelangt, gesondert hinter der Schlinge in den Darm.

Auch bei den Säugethieren bietet die äussere Form und Ausdehnung der Leber wenig Constantes. Man kann zwar in der Regel zwei Hauptlappen unterscheiden, doch mehrt sich deren Zahl bis auf sechs und acht, namentlich bei den Nagern, Affen und Fleischfressern. Die Gallenblase fehlt u. a. den ächten Cetaceen, mehreren Wiederkäuern (Hirsch, Kameel u. a.), dem Pferde, den Pachydermen (mit Ausnahme des Schweins). Gewöhnlich findet sich ein *ductus hepaticus*, der unter spitzem Winkel einen *ductus cysticus* absendet und hinter diesem als *ductus choledochus* weiter geht.

Die *appendices pyloricae* der Fische und die Bauchspeicheldrüse. Die *appendices pyloricae* sind blinddarmförmige Ausstülpungen des Darmes kurz hinter dem Pförtner, welche in verschiedener Anzahl sich bei vielen Fischen finden und theils einzeln, theils, wenn sie in grosser Menge (z. B. bei den Gadoiden, Scomberoiden) vorhanden sind, zu Büscheln oder auch drüsenartigen Massen (*Acipenser*) vereinigt, mit gemeinschaftlichen Ausführungsgängen in den Darm münden. Sie haben dieselben Häute wie der Darm und wurden gewöhnlich für das Homologon der Bauchspeicheldrüse gehalten, bis das Vorhandensein des *pancreas*,

theils simultan mit den *appendices pyloricae*, theils ohne die letzteren ausser Zweifel gesetzt ist. Die Fische, bei denen diese Drüse bis jetzt gefunden, sind: *Salmo salar*, *Clupea harengus*, *Gadus callarias*, *Cottus scorpius*, *Perca fluviatilis*, *Pleuronectes platessa*, *Pleur. maximus*, *Belone longirostris* und *Cyprinus brama*; endlich auch beim Stör, der zugleich auch *appendices* besitzt. Bei den Aalen, Chimären und Plagiostomen betrachtet man eine, an Struktur dem Pankreas der höheren Wirbelthiere gleiche, in den Klappendarm mündende Drüse als Bauchspeicheldrüse.

Das einfache, seltner gelappte Pankreas der Amphibien und Reptilien liegt hinter dem Magen und mündet mit einem oder auch zwei Ausführungsgängen neben dem *ductus choledochus*, bisweilen mit ihm vereinigt in den Darm.

Bei den Vögeln liegt das röthlich-weiße, meist zweilappige Pankreas in der Duodenalschlinge; seine (gewöhnlich zwei) Ausführungsgänge endigen neben den Gallengängen. Zwei Hauptlappen zählt man in der Regel auch bei den Säugethieren. Der oder die beiden Ausführungsgänge verhalten sich verschieden. Ist nur einer vorhanden, so verbindet er sich entweder mit dem *ductus choledochus* oder mündet für sich in den Darm; sind zwei Ausführungsgänge da, so führen entweder beide in den Darm, oder einer in den Darm, der andere in den *ductus choledochus*.

Anhangsweise sei hier die *Bursa Fabricii* der Vögel erwähnt, ein kleines drüsiges, zwischen Wirbelsäule und Enddarm liegendes hohles Organ unbekannter Bedeutung.

Gefässsystem. Auch hier steht *Amphioxus* isolirt unter allen Wirbelthieren, indem bei diesem Fische das Gefässsystem wegen Abwesenheit des Herzens, bei Contractilität aller grösseren Gefässstämme eine merkwürdige Uebereinstimmung mit dem Circulationsapparate der Anneliden zeigt. Ein grösserer, unter der Kiemenhöhle gelegener Stamm ersetzt das Kiemenherz der übrigen Fische; er empfängt das Blut aus dem Hohlvenenstamme und treibt es durch zahlreiche kleine Bulbillen in die Kiemenarterien, deren man 25 bis 50 zählt. Aus den Kiemen sammelt sich das Blut in eine Körperaorta, über dem Kiementhorax, zu welchem auch vorn zwei herzartige Aortenbogen aus der das Kiemenherz repräsentirenden Röhre führen. Ausser diesen erwähnten Gefässen gehört zu den grösseren contractilen Stämmen ein an der Bauchseite des Intestinum gelegenes Pfortadernetz.

Herzbeutel. Herz. Die in das Herz mündenden und aus dem Herzen kommenden Stämme.

Das Herz der Wirbelthiere ist mit einem Herzbeutel versehen, dem der Herzbeutel der Mollusken analog ist, mit dem man aber nicht den venösen Sinus der Crustaceen verwechseln darf. In ihm liegt das Herz gewöhnlich in der Art, dass der sich (wie eine Zipfelmütze) einstülpende Herzbeutel auch einen unmittelbaren Ueberzug bildet. Bei den Cyclostomen (mit Ausnahme von *Petromyzon*), den Stören, Chimären und Plagiostomen communicirt die Herzbeutelhöhle durch eine Klappe oder Röhre mit der Bauchhöhle.

Das an der Kehle, zwischen den Seitentheilen des Schultergürtels und unter dem Kiemengerüst gelegene Herz der Fische ist Kiemenherz; es empfängt das venöse Blut des Körpers und treibt es in die Kiemen, von wo es nicht zum Herzen zurückkehrt, sondern in die Körperarterien übergeht. Es besteht aus einer Vorkammer und einer Kammer; nur bei Lepidosiren finden sich zwei Vorkammern, eine linke für das Lungenvenenblut, eine rechte für das Körpervenenblut.

Bei den Selachiern und Ganoiden folgt auf die Kammer ein Arterienstiel, in welchem 3 bis 6 Klappenreihen angebracht sind, und der einen sehr plötzlich aufhörenden Muskelbeleg von derselben Beschaffenheit wie die quergestreiften Herzmuskeln besitzt. Es ist eine wirkliche Herzabtheilung. Dieselbe fehlt auch bei den Knochenfischen nicht ganz, ist jedoch kürzer (Ausnahme: Hecht) und entbehrt der mehrfachen Klappenreihen. Dem gleichnamigen Abschnitte der höheren Wirbelthiere entsprechend ist er *conus arteriosus* zu nennen. Zwischen ihm und den Kiemenarterien hat sich nun bei den Knochen-

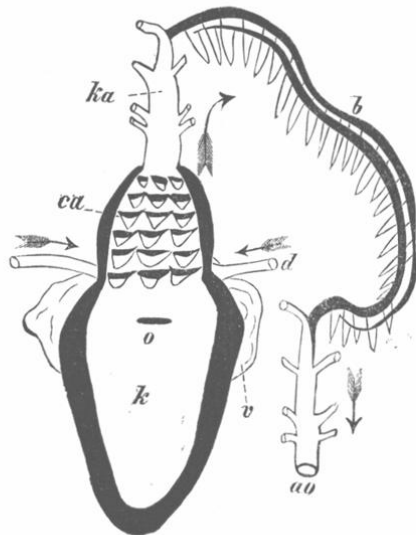


Fig. 102. Herz u. Kieme des Haies. *v* Vorkammer; *d* Quervernen, ductus Botalli; *k* Kammer; *s* Öffnung zur Vorkammer; *ca* Conus arteriosus; *ka* Kiemenarterie; *b* Kieme; *ao* Aorta.

fischen ein eigner Abschnitt, der *bulbus arteriosus* entwickelt, also morphologisch und physiologisch von jenem *conus arteriosus* verschieden, ohne Klappen und ausgestattet mit einer beträchtlichen Anschwellung der contractilen glattfaserigen Gefässchicht, welche durch die Kiemenvenen und Körperarterien geht. Will man ihn auch Arterienstiel nennen, so hat man sich also die auseinandergesetzte Verschiedenheit gegenwärtig zu halten.

Der aus dem Arterienstiel hervorgehende Kiemenarterienstamm giebt rechts und links die Kiemenarterien ab. Die Kiemenvenen treten zur Bildung der *aorta descendens* zusammen, nachdem sie bei den meisten Fischen schon die Karoditen und andere für das Herz, das Zungenbein, den Kiemenapparat u. s. w. bestimmte Arterien abgegeben. Indem bei den Knochenfischen die aus der Vereinigung der Kiemenvenen entstandenen Bogen sich auch vorn unter der *basis cranii* vereinigen, entsteht der sogenannte *circulus cephalicus* s. *arteriosus*. Während sich bei *Amphipnous* die Venen der Athemsäcke, so wie die Venen des 2. und 3. Kiemenbogens nicht in die Aorta, sondern in die *venae ingul.* ergiessen, erhält das Herz dieses Fisches nicht bloß venöses, sondern auch arterielles Blut; auch werden bei diesem Fische alle Weichtheile des Kopfes aus dem Kiemenarterienstamme mit Blut versorgt. Letzteres geschieht auch bei der dem *Amphipnous* nahe stehenden Gattung *Monopterus*, obgleich ihm die Athemsäcke fehlen. Hier respiriren vielleicht die Capillaren der Mund- und Schlundschleimhaut (Hyrtl).

Die beiden Vorkammern von Lepidosiren sind nicht vollständig getrennt und communiciren mit der Kammer nur durch eine Oeffnung. Die Aorta geht aus der Vereinigung des 1. und 2. Aortenbogens hervor, die Lungenarterie entspringt aus dem 3. Bogen.

Die mit Kiemen athmenden Batrachierlarven und Perennibranchiaten schliessen sich mit ihrem Kreislauf eng an die Fische an, indem sich Klappenreihen im *bulbus arteriosus* finden, und die *venae branchiales* nicht, wie die Lungenvenen, zum Herzen zurückkehren, sondern nach Abgabe der Arterien für die vorderen Körpertheile sich zu einer *aorta descendens* vereinigen.

Bei allen Amphibien und Reptilien besteht ein doppelter Kreislauf, und überall tritt eine Vermischung beider Blutarten ein. Der Unterschied beruht nur im Grade. Der Vorhof hat stets zwei Abtheilungen. Die rudimentäre Scheidewand des einfachen Ventrikels, aus verflochtenen Muskeltrabekeln bestehend, schliesst sich nur bei den Crokodilen zu einer vollständig dicht absperrenden

Schicht. Der aus diesem Ventrikel hervorgehende Abschnitt — *bulbus* oder *truncus arteriosus* — ist durch Scheidewände in verschiedene Blutbahnen getheilt, und sämtliche Arterienstämme nehmen aus ihm ihren Ursprung. Der dem Atrium zunächst gelegene Abschnitt der Hohlvenen, d. h. der dem Herzen das Blut zuführenden Stämme, enthält sackartige Erweiterungen, welche durch ihr besonderes Verhalten zu den übrigen Herzabtheilungen die Bedeutung einer centralen Abtheilung des Gefäßsystemes bekommen.

Bei den Embryonen theilt sich der einfache Stamm des *truncus arteriosus* in zwei Aeste, in paarige Bogen — *arcus aortae* —; deren seitliche Verbindungen *ductus Botalli* genannt werden, und aus deren Vereinigungen die Aortenwurzeln hervorgehn. Dieselben vereinigen sich zur *Aorta descendens*. Bei den geschwänzten Amphibien findet man auch noch im erwachsenen Zustande Andeutungen des 4. Aortenbogens der Larve, und bei den Salamandern besteht zwischen den beiden letzten der drei vorhandenen Bogen eine offene Verbindung (*ductus Botalli*). Bei den Fröschen sind die drei Bogen jederseits völlig getrennt, und auch bei allen Reptilien finden sich stets drei Paar Aortenbogen, als Grundlage der bleibenden Gefäße. Stets enthält das unterste Paar die Anlage der Zungenarterien. Das zweite Paar stellt die Wurzeln der *aorta descendens* dar. Die wesentlichsten, aus dem vordersten Bogenpaare hervorgehenden Gefäße sind die Karotiden.

Im Bulbus der Amphibien sind *arteria pulmonalis* und *aorta sinistra* bloß unvollständig durch eine Längsfalte geschieden. Bei den Reptilien erscheint diese Falte bis zur gegenüberliegenden Wand verlängert, daher die linke Aorta von ihrem Ursprung an vollständig abgetrennt ist. Bei den Crokodilen bleibt aber an der Basis der Scheidewand zwischen rechter und linker Aorta eine Oefnung (*foramen Panizzae*), welche von den sich öffnenden Semilunarklappen im Grunde der linken Aorta nicht bedeckt zu werden scheint; und deshalb würde selbst bei dieser Ordnung trotz des Abschlusses der Kammern keine völlige Sonderung des grossen und kleinen Kreislaufes stattfinden. Bei den Amphibien scheint¹⁾ im Ventrikel eine ausgiebige Vermischung beider Blutarten statt zu finden. Bei den Reptilien ist durch die Leisten, Vorsprünge und die mehr oder minder vollständige Trennung der Kammern dafür

1) Trotz der gegentheiligen Behauptung Brücke's. Wir folgen Fritsch, Amphibienherzen. Archiv.-Anat. 1868.

O. Schmidt, vergl. Anatomie. 8. Aufl.

gesorgt, dass bei freier Lungenthätigkeit die Trennung der Blutarten eine fast vollständige ist. Ist die Athmung beim Tauchen unterbrochen, so staut sich das aus dem Körper zurückkehrende Blut vor dem Lungenkreislauf an, und erst wenn jene Erweiterungen der Hohlvenen, die *sinus venosi* angefüllt sind, verbreitet sich ein Theil des Blutes, der sonst den Weg durch die Lungen nähme, vermöge der Communicationen beider Bahnen im Körper. Nach allen diesen Verhältnissen erscheint also das Reptilienherz vom Amphibienherzen nicht scharf getrennt.

Erst bei den Vögeln und Säugethieren ist eine vollkommene Scheidung des arteriellen und venösen Systems eingetreten, und nie, wenigstens nicht bei ausgewachsenen Thieren communiciren die Herzabtheilungen, zwei Kammern und zwei Vorkammern mit einander. Bei den Vögeln nimmt der den linken an Ausdehnung übertreffende rechte Vorhof die drei Hohlvenen auf. Die Kammer ist gegen den Vorhof durch eine lange dicke muskulöse Klappe geschlossen, und die morphologische Aehnlichkeit derselben mit der entsprechenden Schlussvorrichtung bei den Crocodilen zeigt, dass die Klappe der Vögel unverkennbar, wenn auch in geringerer Differenzirung, bei den Reptilien vorgebildet ist. Aus der rechten Kammer geht die Lungenarterie ab, geschieden durch drei *valvulae seminales*. Die beiden Lungenvenen ergiessen ihr Blut in die linke Vorkammer. Der Eingang aus dieser in die linke Kammer ist mit einer dünnhäutigen zweizipfeligen Klappe versehen, und die durch ihre ausserordentlich dicken Wandungen sich auszeichnende linke Kammer hat am Eingange in die Aorta auch drei halbmondförmige Klappen. Das Herz der Säugethiere ist in seinen speciellen Einrichtungen nicht aus dem Vogelherzen abzuleiten, und so sind natürlich auch die Klappenvorrichtungen des *Ornithorhynchus*, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit denen des Vogelherzens zeigen, keineswegs Uebergangsstadien. Bemerkenswerth ist die sinusartige Erweiterung der *arteria pulmonalis* vieler Taucher (Delphin, Seehund u. a.). Sie dient zur Ansammlung des venösen Blutes, während das Thier unter Wasser ist und nicht athmen kann.

Accessorische Herzen kommen sowohl an dem Arterien-, als an dem Venensystem vor. Hierher gehört die muskulöse Anschwellung an der *arteria axillaris* der Chimären und *Torpedo*. Ein Venenherz sehen wir an der *vena caudalis* von *Anguilla* und *Muraenophis*, ein Pfortaderherz bei den Myxinoiden.

Allgemeine Uebersicht über das Arteriensystem.

In der Umwandlung der Kiemenathmung in die Lungenathmung bei den nackten Amphibien und in der Entwicklung des Gefäßsystems der höheren Thiere ist uns Gelegenheit gegeben, das Aortensystem der Fische mit den Lungengefäßen und den Aorten der Luftathmer zu vergleichen. Indem die Kiemen mit den auf und an ihnen verlaufenden Gefäßen eine Rückbildung erleiden und verschwinden, zu gleicher Zeit aber die vorher sehr unbedeutenden Communicationszweige zwischen Kiemenarterien und Kiemenvenen stärker geworden sind, entstehen mehrere Paare von Gefäßbögen. Das vordere, ohne sich zu vereinigen, giebt die Arterien für Hals oder Kopf ab; das oder die hinteren Paare treten zur Bildung der *aorta descendens* zusammen. Aus einem dieser Bogenpaare sind auch die Lungenarterien entsprungen, deren Wachsthum mit der Ausbildung der Lungen vorwärts schreitet, und deren Entstehung später jederseits durch einen *ductus arteriosus Botalli*, d. h. einen Verbindungsweig zwischen Lungenarterie und Aorta angezeigt wird. Auch bei den Embryonen der höheren Thiere finden sich Anfangs mehrere Aortenbögen, aus welchen sowohl die Lungenarterien, als die Gefäße der vorderen Körpertheile gehen. Erst später treten die Lungenarterien bis zum Herzen zurück und communiciren dann nicht mehr mit der Aorta. Die Vögel, Säugethiere und der Mensch behalten nur einen Aortenbogen übrig. So sind also alle diejenigen Gefäße, welche von den Kiemenvenen vor ihrer Vereinigung zur Aorta abgegeben werden, denjenigen Arterien der höheren Thiere analog, welche im Fötalzustande derselben aus dem Aortenbogen kamen oder aus dem bleibenden Aortenbogen entspringen.

Wiewohl die Aorta die vornehmste, die Wirbelsäule begleitende Arterie ist, giebt es doch auch andere, längst der Wirbelsäule verlaufende Arterien, welche besondere Systeme bilden, die theils zusammen vorkommen, theils sich ersetzen, und durch deren allgemeine Betrachtung erst die Anordnung des Arteriensystems beim Menschen sich begreifen läßt.

1. System der *arteria subvertebralis impar*. So wird die Arterie bezeichnet, welche bei allen Wirbelthieren gewöhnlich *aorta descendens* genannt wird, bei den Myxinoiden aber auch, aus den Kiemenvenen entstehend, als *aorta ascendens* unmittelbar nach vorn sich fortsetzt.

Hierher gehören also: *aorta descendens*,
arteria sacralis media s. caudalis.
arteria vertebralis impar (Schlangen, Myxinoideen).
arteria vertebralis media capitis (Myxinoideen).

2. System der *arteriae subvertebrales laterales*, Stämme, welche durch ihre Lage zur Seite der *subvertebralis impar* und, wie diese, unter der Wirbelsäule, unter und vor den Rippenköpfchen, bestimmt werden.

<i>arteria cervicalis profunda</i>	}	Mensch u. Säugethiere.
<i>intercostalis prima</i>		
<i>iliolumbalis</i>		
<i>sacra lateralis</i>		
<i>carotides</i>		
subvertebrale Stämme der Kopfarterien der Fische (<i>circulus cephalicus</i>).		

3. System der *arteriae vertebrales laterales s. transversales*. Sie liegen über den Rippenköpfchen oder im Kanal der Querfortsätze.

arteria vertebralis (Mensch, Säugeth., Vögel, Krokodile).
art. intercostalis communis anterior und *posterior* (Vögel, Schildkröten).

Die *intercostalis prima* des Menschen ist also nicht der *art. intercostalis comm. anterior* der Vögel und Schildkröten homolog. Beide ersetzen sich in der Abgabe von Intercostalästen.

4. System der *arteriae spinales anteriores* und *posteriores* am Rückenmark. Diese Arterien können aus jedem der drei erstgenannten Systeme entspringen; sie begeben sich durch die Intervertebrallöcher. So allgemein aufgefasst, muss man die *carotis cerebralis* mit ihren Verzweigungen hierher rechnen, analog den *arteriae spinales* der Wirbelsäule.

5. System der *arteriae epigastricae*.

Unpaarige *epigastrica descendens* aus den Kiemenvenen einiger Fische (*Lucioperca*, *Aspro*).

Paarige *epigastrica ascendens* und *descendens* aus der *subclavia* von *Esox*.

mammaria interna sive epigastrica anterior
und
epigastrica inferior der übrigen Wirbel-
thiere.

6. System der *arteriae intercostales*.

intercostales ventrales, aus den *epigastricae*,
intercostales dorsales, verschiedenen Ur-
sprungs.

Allgemeine Uebersicht über das Venensystem.

In allen Wirbelthieren findet sich ursprünglich dieselbe oder eine nur wenige Abweichungen zeigende Anlage des Venensystems, die indessen nur bei den Fischen persistent bleibt, bei den übrigen aber sehr bedeutende Veränderungen erleidet. Die Embryone der Wirbelthiere haben zwei Paar Venenstämme, von denen man das vordere die Jugularvenen oder vorderen Kardinalvenen, das hintere die hinteren Kardinalvenen oder auch bloß Kardinalvenen nennt. Indem beide Stämme jeder Seite sich vereinigen, bilden sie zwei quere Stämme, die *ductus Cuvieri*, welche, zu einem gemeinsamen Gange vereinigt, sich in die ursprünglich einfache Vorkammer des Herzens ergießen. Bei vielen Knochenfischen bleibt der linke Stamm der hinteren Kardinalvenen gegen den rechten zurück, und dieser letztere allein hängt später mit der oder den beiden Schwanzvenen (*vena caudal. profunda*) zusammen. Eine Asymmetrie wird bei den Fischen herbeigeführt, indem die hinteren Kardinalvenen, zu einem gemeinschaftlichen Körpervenensystem vereinigt, mit der *vena jugularis sinistra* einen *sinus venosus* bilden, in welchen sich die *vena jugularis dextra* einsekt.

Bei den Schlangen bleiben von den Kardinalvenen, nachdem sie sich von den *ductus Cuvieri* losgelöst, nur die sogenannten *venae renales advehentes* als Fortsätze der *vena caudalis* übrig, mit denen bei den Fröschen, Eidechsen und Crokodilen sich die Venen der Hinterbeine verbinden. Bei den Vögeln gehen die Reste der hinteren Kardinalvenen als *venae renales advehentes* in die *venae iliaca*. Bei den Säugethieren gehen, nachdem die hinteren Hälften der hinteren Kardinalvenen verschwunden, die Schwanzvenen in die unterdessen entstandenen *venae hypogastricae* über. Die vorderen Hälften der Kardinalvenen verschwinden nicht gänzlich und werden zum oberen Ende der *vena azygos* und *hemiazygos*,

die bei mehreren Säugethieren (Schwein, Wiederkäuer u. a.) getrennt bleiben.

Bei den Schlangen, Vögeln und Säugethieren verkürzt sich der gemeinsame Kanal der Cuvier'schen Gänge und wird in die sich erweiternde, ursprünglich einfache Vorkammer mit aufgenommen, so dass dann jeder Gang für sich, nach Entstehung der Scheidewand in das rechte *atrium* mündet. Sie erscheinen demnach bei den Amphibien, Vögeln und einigen Säugethieren (Fledermaus, Ratte, Kaninchen u. a.) als die zwei oberen Hohlvenen. Bei anderen Säugethieren bildet sich zwischen den *venae jugulares* eine Anastomose, der Theil der linken Jugularvene zwischen der Anastomose und dem *ductus Cuvieri* ihrer Seite wird resorbirt, daher nur der rechte *ductus Cuvieri* als vordere Hohlvene auftritt, der linke aber als das vordere Ende der *vena hemiazygos* übrig bleibt. Bei den Thieren mit vorderen Extremitäten ergiessen sich die *venae subclaviae* in die Jugularvenen.

Die beiden Venenstämme vor dem Herzen bei den Embryonen vielleicht aller Wirbelthiere sind die Jugularvenen, welche die Venen aus dem Schädel, dem Gesicht und der Zunge aufnehmen. Die meisten Wirbelthiere, nämlich die Fische, Frösche, Schlangen, Vögel und ein Theil der Säugethiere, viele Nager, Pferd, Wiederkäuer) behalten jederseits nur eine, der *vena jugularis externa* des Menschen entsprechende Drosselvene; bei den Eidechsen und Crokodilen aber und anderen Säugethieren bildet sich eine zweite Drosselvene (*v. jugularis interna*) aus der ersten hervor. Indem bei den Vögeln die beiden Jugularvenen mit einander anastomosiren, erlangt gewöhnlich die rechte eine grössere Weite als die linke, und letztere kann sogar (bei den Spechten) ganz verschwinden.

Mit Ausnahme der Fische, wo das System der Jugular- und Kardinalvenen bleibt, treten bei den Wirbelthieren Vertrebralvenen auf, welche die Venen der Wirbelsäule und Rippen aufnehmen, die früher mit den Jugular- und Kardinalvenen zusammenhingen. Man bezeichnet sie als *venae vertebrales anteriores* und *posteriores*, die sich jedoch sehr verschieden hinsichtlich ihrer Lage zu den Wirbeln verhalten, indem sie bald unter den Querfortsätzen, bald über den Rippenköpfchen sich befinden, und die man, analog den Arterien, auch in mehrere Systeme bringen kann. So erhält man folgende:

1. System der paarigen Subvertebralvenen. Will man consequent die Venen nach ihrem Verhältniss zur Wirbelsäule grup-

piren, so darf man das System der hinteren Kardinalvenen der Fische nicht als dem System der *vena azygos* und *hemiazygos* der höheren Wirbelthiere, denen die *venae vertebrales inferiores* der Batrachier und Ophidier entsprechen, fremd betrachten, sondern die hinteren Kardinalvenen der Embryone und dieselben persistenten Adern der Fische werden nur durch die *vena azygos* und *hemiazygos* wiederholt. Am Halse der Säugethiere sind die Analoga dieser (von Müller wegen ihrer ursprünglichen Symmetrie *conjugatae* genannten Venen) die *venae profundae cervicis*.

2. System der *venae vertebrales laterales s. transversales*; liegen wie die gleichbenannten Arterien über den Rippenköpfchen oder im Kanal der Querfortsätze. Es sind die *venae vertebrales* am Halse der Schildkröten, Vögel und Säugethiere (*venae vertebrales profundae*), die *venae vertebrales posteriores* der Chelonier, Crocodile und Vögel, welche hier für das System der *azygos* auftreten.

3. System der *vena subvertebralis media*. Dies ist das System der hinteren Hohlvene, welche sich bei den Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugethiern findet, und dem das Pfortadersystem untergeordnet ist. Bei den Fischen wird das System der unteren Hohlvenen allein durch das Pfortadersystem repräsentirt.

Die Wundernetze.

Ausser der feinen Zertheilung der Gefässe in den Kapillarnetzen, zum Zweck der Ernährung, und in den Blutdrüsen ohne Ausführungsgänge finden wir auch sehr häufig noch eine andere Art von Gefässzertheilung, die schon längst unter dem Namen der Wundernetze (*rete mirabile*) bekannt ist. Die Wundernetze kommen sowohl an den Arterien, als an den Venen vor und in verschiedener Anordnung. Entweder geht das Gefäss nur einmal in die anastomosirenden oder nicht anastomosirenden Kanäle des Wundernetzes über, und diese zertheilen sich zuletzt in die Kapillaren (diffuse oder unipolare Wundernetze, *rete mirab. unipolare*), so dass das Wundernetz nur einen Wirbel hat; oder die Röhren des Wundernetzes sammeln sich wieder zu einem oder mehreren Stämmen, und erst diese nach weiterem Verlauf gehen in das Kapillarnetz über (bipolare oder amphicentrische Wundernetze). In beiden Fällen kann die Bildung des Wundernetzes sich einfach auf die Arterien oder Venen (*ret. mir. simplex*) oder auf Arterien und Venen zugleich (*r. m. geminum*) erstrecken, wo dann die Zweige der arteriösen und venösen Theile des Wundernetzes zwischen und neben

einander zu liegen pflegen, so dass sie sich berühren, ohne mit einander zu communiciren. Wir wollen die vorzüglichsten Wundernetze aufführen.

1. Das Wundernetz der Pseudobranchie. Die sogenannten Nebenkiemen oder Pseudobranchien sind gefäss- und blutreiche, den meisten Fischen zukommende Organe, welche zum Theil ein kiemenartiges Aussehen haben, zum Theil drüsenartig sind und bei den Knochenfischen im vorderen und oberen Theile der Kiemenhöhle liegen, bei den Plagiostomen aber am vorderen Rande des Spritzloches angewachsen sind. Die kiemenartigen Pseudobranchien liegen frei, die drüsigen sind von Haut und Muskeln bedeckt und oft sehr versteckt. Die feineren Elemente beider Arten sind gleich; es sind Federchen, gebildet aus knorpeligen Stielen, welche zwei Reihen von Blättchen tragen. Die Pseudobranchie erhält arterielles Blut von der *arteria hyoideopercularis* (aus der ersten Kiemenvene) oder vom *circulus cephalicus*. Die Arterie vertheilt sich in den Federchen in abweichender Weise, als die Gefässvertheilung auf den Kiemenblättchen ist, indem nicht ein feines Gefässnetz gebildet wird, sondern der Arterienzweig eines jeden Blättchens nur in wenigen Bogen zur Vene gelangt. Die Vene der Pseudobranchie ist die *arteria ophthalmica magna* für die Chorioidaldrüse und die Chorioidea.

Die Pseudobranchie bietet also ein Beispiel eines *rete mirabile bipolare simplex* dar.

2. Die Chorioidaldrüse der Fische und die Wundernetze der *chorioidea* der übrigen Wirbelthiere. Die Chorioidaldrüse der Fische ist eins der ausgebildetsten Wundernetze, ein bipolares Zwillingswundernetz. Sie steht in genauer Beziehung zur Pseudobranchie, indem sie bei den allermeisten Knochenfischen, welche letztere besitzen, gleichfalls beobachtet ist, bei anderen aber, die die Pseudobranchie nicht haben (z. B. Welse, Aale), auch fehlt. Nur die Störe und Plagiostomen haben die Pseudobranchie ohne die Chorioidaldrüse. Die *vena ophthalmica magna* bildet, ehe sie sich auf der *chorioidea* verzweigt, ein amphicentrisches Wundernetz, und zwischen diesen Röhren liegt das gleichfalls amphicentrische Wundernetz, in welches die Chorioidalvenen vor ihrem Uebergange in die *vena ophthalmica magna* sich verzweigen.

Auch die übrigen Wirbelthiere haben Wundernetze der *chorioidea*, aber diffuse. Bei ihnen ist die Chorioidaldrüse das äussere Blatt der *chorioidea*, in welchem die grössere Verzweigung der *arteriae ciliares posteriores breves* vor sich geht, und hieraus erst entspringt das eigentliche tiefere Kapillarnetz der Aderhaut. Mit den Venen verhält es sich ebenso.

3. Die Wundernetze der Karotiden. Die aus der ersten Kiemenvene entspringenden Karotiden der Plagiostomen bilden in der Gegend der Augenhöhlen ein amphicentrisches Wundernetz. Dies ist auch bei den Vögeln an dem für die Augen bestimmten Aste der *ca-*

rotis interna häufig. Bei den Säugethieren ist es namentlich die *carotis cerebialis* (Wiederkäuer, Pachydermen), welche im Innern des Schädels in ein bipolares Wundernetz übergeht. Ein sehr schönes Wundernetz wird bei der Katze durch die inneren Gesichtsarterien gebildet hinten in der Augenhöhle.

Die *art. sphenopalatina*, eine unmittelbare Fortsetzung der *carotis*, bildet bei denselben pflanzenfressenden Säugethieren, welche das carotische Wundernetz besitzen (*Antilope, Capra, Ovis, Cervus, Bos, Scrofa* und wahrscheinlich noch anderen) ein ausgezeichnetes Nasalwundernetz. Dasselbe überzieht sämtliche Wandungen der Nasenhöhle, mit Ausnahme der Siebbeinzellen, d. h. die der Berührung mit der eingeathmeten Luft ausgesetzte Fläche der Nasenhöhle, mit Ausnahme der eigentlichen Riechspähre, und unterscheidet sich dadurch von allen übrigen bisher bekannt gewordenen Wundernetzen, dass die Kapillargefäße unmittelbar von seinen Stämmen abgehen, während sie sonst durch allmälige Verjüngung der Arterienzweige entstehen.

4. Die Wundernetze der Schwimmblase. Das Gefäßsystem der Schwimmblase der Fische zeigt alle mögliche Formen der Wundernetze. Ein diffuses, über die ganze Schwimmblase ausgebreitetes besitzen die Cyprinen; auch die Hechte haben diffuse Wundernetze in Form von Wedeln, zwischen denen das eigentliche Kapillarnetz, aber in geringer Ausdehnung, sich befindet. Gewöhnlich aber sind diese Wundernetze noch mehr concentrirt, indem es zur Bildung der sogenannten rothen Körper oder Blutgefäßkörper kommt. Diese finden sich als bipolare Wundernetze u. a. bei *Gadus, Perca, Lucio-perca*, am vollständigsten bei den Aalen.

5. Die Wundernetze am chylopoetischen System. Diese Wundernetze gehören zu den vereinzeltten Erscheinungen. Sie kommen namentlich bei einigen Haien, den Thunfischen und dem Schweine vor.

Bei *Lamna cornubica* muss alles für Darm, Magen, Leber, Milz, Pancreas bestimmte Blut vor der Vertheilung auf die Eingeweide durch zwei, im obersten Theile der Bauchhöhle vor und seitlich vom Schlunde liegende Wundernetze, durch welche auch die Venen zurückkehren. Ein unipolares Wundernetz findet sich am Klappendarm von *Squalus vulpes*. Noch complicirter als bei *Lamna cornubica* ist die Bildung der *retia mirabilia* bei den Thunfischen, indem bei ihnen nicht nur der grösste Theil der Eingeweidearterien vor ihrer Vertheilung, sondern auch die Gefäße des Pfortadersystems, ehe sie in die Leber treten, durch die amphicentrischen Wundernetze gehen. Die kleineren derselben sind spindelförmig, die grösseren gleichen Kegeln, die mit ihrer Basis der Leber angewachsen sind.

Beim Schweine bilden die Gekrösarterien ein diffuses Wundernetz.

6. Intercostalwundernetze werden bei den ächten Cetaceen durch die *arteriae intercostales* gebildet.

7. Die Wundernetze an den Extremitäten und im Schwanz finden sich bei vielen Säugethieren; so an der *arteria*

brachialis der Cetaceen, an der *art. brachialis* und *cruralis* mehrerer Edentaten (Faulthier, Gürtelthier), Tarsier u. a. Bei den Raubvögeln, besonders *Sarcorampus gryphus* werden die *artt. radialis* und *cubitalis*, auch die *brachialis profunda* und die *axillaris* von einem dichten venösen Netze umspinnen und wie von einer Scheide umgeben. An den Beinen von *Carbo corn.* und *Cygnus olor* umspinnen venöse Plexus einen Theil der *arter. tibialis*. Am Schwanze sind sie bei *Myrmecophaga* und *Bradypus* beobachtet. Auch die Venen können daran Theil nehmen. Diese Netze gehören zu den unvollkommensten, da sie sich häufig nur auf das Zerspalten eines Theils des Gefäßes in eine nicht gar grosse Anzahl Nebenzweige beschränken, durch welche der Hauptstamm hindurchtritt.

Den Nutzen der Wundernetze hat man hauptsächlich in einer mechanischen, localen Verlangsamung gesucht, eine Erklärung, die freilich für die venösen Netze ganz unbefriedigend ist. Allerdings wird in der Regel wegen der vermehrten Reibung der Blutlauf verlangsamt werden. Damit aber wird ein reichlicherer Stoffwechsel möglich, und nun sind die venösen Netze an ihrem Platze. Eine solche Auffassung scheinen z. B. die Gekröswundernetze des Schweines zu verlangen. Anders die Wundernetze der Extremitäten von *Bradypus*. Hier scheinen sie ein Mittel zu sein, bei den lang anhaltenden Muskelcontractionen dem Zusammendrücken der Adern vorzubeugen und den Blutlauf ungehemmt von Statten gehen zu lassen. Aehnliches wird für die rein venösen Wundernetze am Flügel der hoch und anhaltend fliegenden Vögel gelten, und auch an den Beinen der Vögel scheinen sie den Druck des *tibialis anterior* und seiner Flechse paralysiren zu sollen.

Lymphgefäßsystem.

Das den Wirbelthieren (mit Ausnahme von *Amphioxus*) allgemein zukommende Lymphgefäßsystem entsteht in Form eines Netzwerkes, das dem Kapillarnetz der Blutgefäße ähnlich ist, aber stärkere Kanäle hat. Die Lymphgefäßchen finden sich in fast allen Organen; nur in den Knochen und im Auge sind sie bis jetzt nicht beobachtet. Die aus den Netzen hervortretenden Zweige sammeln sich zu grösseren, in die Venenstämmen einmündenden Stämmen. Das Lymphgefäßsystem nimmt innerhalb der Gewebe die aus den Blutgefäßen ausgeschwitzte Gewebsflüssigkeit auf und führt sie mittelst feiner Sammelröhren wieder den Blutgefäßen zu. Gleicher Weise wird durch den, den chylopoetischen Abschnitt umspinnenden Theil des Lymphgefäßsystems der Chylus, der rohe Speise-

saft, aufgenommen. Innerhalb des Systems, in den Lymph- und Mesenterialdrüsen, werden die Lymphzellen oder farblosen Blutkörperchen gebildet.

Bei den Fischen liegen ein oder mehrere Stämme unter der Wirbelsäule, andere unterhalb der Seitenlinie, zwischen den Hälften des Seitenmuskels. Letztere münden sowohl durch einen gemeinschaftlichen Sinus in die *vena caudalis*, als, wie die oberen, in die vorderen grossen Venenstämme.

Bei den Amphibien und Reptilien ist das Lymphgefässsystem ausserordentlich entwickelt und bildet häufiger als bei den übrigen Wirbelthieren grössere Cisternen, oder die Blutgefässstämme werden von den Lymphgefässen ganz umhüllt. Sie sammeln sich zu einem oder zwei, in die vorderen Venenstämme einmündenden *ductus thoracici*. Eine eigenthümliche Erscheinung sind auch die Lymphherzen. Es finden sich deren bei den Fröschen vier, bei den übrigen zwei. Die vorderen Lymphherzen des Frosches liegen auf den Querfortsätzen des dritten Wirbels, unter dem hinteren Ende der Schulterblätter. Die hinteren aller Reptilien liegen oberflächlich oder auch verborgen unter den Rückenmuskeln (z. B. bei *Pseudopus Pallasii*) in der *regio ischiadica*. Ihre rhythmischen Contractionen sind namentlich beim Frosch leicht wahrzunehmen.

Bei den Vögeln spaltet sich ein grosser, vor der Aorta verlaufender Stamm in zwei *ductus thoracici*, welche in die obere Hohlvene gehen. Ein anderer, die Kaudallymphgefässe vereinigender Stamm tritt in die seitliche Kaudalvene. Auch mehrere Vögel (z. B. die Struthionen) besitzen ein contractiles Lymphherz an dem oben erwähnten Kaudalstamme, an dessen Stelle bei den meisten nur eine häutige Erweiterung sich findet.

Die Säugethiere zeichnen sich vor den übrigen Wirbelthieren dadurch aus, dass ihr Lymphgefässsystem sehr reich ist an sogenannten lymphatischen Drüsen (*ganglia lymphatica*), deren Vorkommen an der Hals- und Brustgegend der Vögel nicht sicher ist. Diese Lymphdrüsen haben die grösste Aehnlichkeit mit den amphicentrischen Wundernetzen der Arterien und Venen und liegen meist ebenso zerstreut, aber doch an bestimmten Orten vorzugsweise angehäuft, wie beim Menschen, also namentlich am Halse, in der Achsel, Lendengegend, im Mesenterium. Besonders bei vielen Raubthieren, den Delphinen und Robben entsteht durch die Vereinigung fast aller Mesenterialdrüsen das von seinem Entdecker sogenannte *pancreas Asellii*, aus welchem bei den Robben nur ein

einziger Gang, der *ductus Rosenthalianus*, führt. Aus einer unter dem Zwerchfell befindlichen Lymphcisterne gehen ein oder zwei *ductus thoracici*. Sind es zwei, so vereinigen sie sich bald, und dieser Stamm tritt in die linke Schlüsselbeinvene, während kleinere Zweige in die rechte *vena subclavia* und *jugularis* münden.

Dieselbe Function, wie die Lymphdrüsen, nämlich die farblosen Blutkügelchen zu bilden, hat auch die Milz, welche nur dem *Amphioxus* und den Myxinoiden fehlt.

Respirationsorgane. Ueber die knöchernen Theile des Kiemenapparates der Fische vergl. oben S. 265.

Bei den Cyclostomen tritt das Wasser nicht durch den Mund, sondern durch besondere Gänge mit äusseren Oeffnungen in die platten Kiemensäcke, welche als Ausbuchtungen des Darmes entstehen. Solcher Kiemensäcke sind jederseits sechs bis sieben, und die ihnen das Wasser zuführenden *ductus branchiales externi* gehen entweder (*Petromyzon*, *Ammocoetes*, *Bdellostoma*) von eben so vielen getrennten Athemlöchern aus, oder entspringen von einer gemeinsamen Oeffnung (*Myxine*). In derselben Richtung, wie die äusseren Gänge in die Kiemensäcke eingetreten, verlassen diese die inneren Kiemengänge. Sie münden bei *Petromyzon* in einen besonderen, vor der Speiseröhre liegenden *bronchus*, welcher, von der Mundhöhle durch eine Klappe (*velum*) unvollständig geschieden ist und hinten blind endigt. Nicht die „Speiseröhre“ von *Petromyzon*, welche nachträglich entsteht, sondern der Bronchus ist das Homologon der Speiseröhre der übrigen Cyclostomen. Bei ihnen führen die inneren Kiemengänge als *ductus branchiales oesophagei* in die Speiseröhre, aus welcher endlich das Wasser durch einen besonderen, unpaarigen, links gelegenen Kanal, den *ductus oesophogeo cutaneus* entleert wird. Die Mündung dieses Kanals fällt bei *Myxine* mit dem gemeinsamen, bei *Bdellostoma* u. a. mit dem letzten Stigma zusammen.

Auch die Plagiostomen haben keine gemeinschaftliche Kiemenhöhle, sondern von einander getrennte Kiemensäcke, gewöhnlich fünf. Sechs hat *Hexanchus*, sieben *Heptanchus*. Jeder hat eine innere und eine äussere Oeffnung. Die Kammern entstehen durch häutige, von den Kiemenbogen bis zur äusseren Haut reichende Diaphragmen, durch welche auch die beiden Kiemenblättchenreihen auf den Kiemenbogen getrennt werden. Die vorderste, an dem Zungenbeine befestigte Kieme besteht jedoch nur aus einer einfachen

Blätterreihe, und so sind im Ganzen bei den Plagiostomen nur vier und eine halbe Kieme da.

Bei den Ganoiden und Knochenfischen liegen die Kiemen in einer gemeinsamen Höhle, in welche das Wasser durch die zwischen den Kiemenbögen befindlichen Lücken eintritt, während es durch die grössere oder kleinere Spalte zwischen Kiemendeckel und Brustflossen ausläuft. In der Regel trägt jeder der vier Kiemenbögen auf den convexen, der Kiemenhöhle zugewendeten Rande zwei Reihen von Kiemenblättchen, die gewöhnlich nur an der Basis mit einander verwachsen sind und durch zwei sich kreuzende Muskeln gegen einander bewegt werden können. Sie werden durch ein knorpeliges oder knöchernes Stäbchen aufrecht erhalten und haben eine grosse Menge die Oberfläche sehr vermehrender Querfalten, auf denen sich das respiratorische Gefässnetz ausbreitet. Uebrigens aber erhält jedes Kiemenblättchen auch ein ernährendes Gefäss.

Einige der merkwürdigsten Abweichungen in der Zahl der Kiemen sind folgende: Am häufigsten trägt der vierte Kiemenbogen nur eine Halbkieme, bei den *Labroidi cycloidei* und *ctenoidi*, bei vielen Kataphracten, *Cyclopterus*, *Zeus* u. a. Dann kann eine ganze Kieme, vorn oder hinten, ausfallen, wie bei *Lophius*, *Tetrodon*, *Diodon*, *Tribranchus*. *Malthe* hat nur zwei und eine halbe, *Amphipnous* nur zwei Kiemen, davon die eine unvollständig.

Eine respiratorische Kiemendeckelkieme besitzen viele Ganoiden (Störe und *Lepidosteus*). (Siehe oben.)

Aeussere Kiemenfäden finden sich bei den Embryonen der Plagiostomen und bei *Lepidosiren annectens*.

Einzelne Fische, namentlich solche, die im Stande sind, längere Zeit an der Luft zu leben, haben accessorische Athemorgane. Nämlich:

a. Respiratorische Nebekiemen besitzt eine Familie der Knochenfische (*Labyrinthici*, wohin *Anabas*, *Osphronemus* u. a.), bei denen die vorderen oberen Schlundknochen siebbeinartige Labyrinth bilden, ausgekleidet mit Schleimhaut, deren Arterien und Venen sich wie die Kiemengefässe verhalten. Baumförmige Nebekiemen hat *Heterobranchus* am oberen Stücke des zweiten und vierten Kiemenbogens. In sie gehen Zweige der Kiemenarterien, und ihre Venen ergiessen sich in die Kiemenvenen.

b. Lungenartige Athemorgane haben *Amphipnous* Müll. und *Heteropneustes* Müll. (*Saccobranchus* Val.) als gefässreiche, mit der Kiemenhöhle zusammenhängende Säcke. Von diesem Or-

gan des *Amphipnous* ist es jedoch noch ungewiss, ob es zur Wasser- oder Luftathmung diene.

Kiemer der Amphibien.

Alle Amphibienlarven athmen durch äussere Kiemen, die meist büschel- oder quastförmig sind. Sie verschwinden bei den Fröschen und Salamandrinen gänzlich, nachdem bei den Froschlarven innere Kiemen erschienen sind. Bei den Derotreten bleibt eine Kiemenpalte; die Perennibranchiaten behalten aber die Kiemenbüschel fortwährend neben den Lungen.

Schwimmlase. Lungen und ihre Eingänge.

Schwimmlase und Lunge sind homologe Bildungen, obgleich sie, mit einer einzigen Ausnahme, functionell aus einander gehen. Sie entstehen als Ausstülpungen des vorderen primitiven Darmrohres.

Die Selachier besitzen nur ein Schwimmlasenrudiment oberhalb des Schlundes und in diesen einmündend. Die Ganoiden haben sie allgemein, von den Knochenfischen die meisten. Die Verbindung mit dem Oesophagus oder sogar dem Magen (Stör) ist bei den Stören noch überall erhalten, geht aber bei den Knochenfischen, mit Ausnahme der mit einem Luftgange versehenen Ordnung *Physostomi* verloren. Sie wird aus zwei Häuten gebildet, einer inneren Schleimhaut und einer fibrösen Haut. Ihre Form hat nichts Constantes. Am gewöhnlichsten nur aus einer Abtheilung bestehend, kann sie auch, bei *Amia*, in viele Kammern und Zellen zerfallen. Am häufigsten ist sie durch eine Einschnürung in zwei hinter einander gelegene Kammern getheilt. Ueber ihre Verbindung mit dem Gehörorgan s. oben. Sie scheint vornehmlich ein Hilfs-Bewegungsorgan zu sein, ein hydrostatischer Apparat, durch welchen das Steigen und Sinken regulirt wird. Dies tritt besonders bei den Fischen deutlich hervor, die mit einem besonderen Apparat zur Verengerung und Erweiterung der Schwimmlase versehen sind. So wird z. B. bei mehreren Welsen (*Auchenipterus*, *Doras*, *Malapterurus* u. a.) die vordere Abtheilung der Schwimmlase durch einen, wie eine Sprungfeder wirkenden Knochen eingedrückt, der am ersten Wirbel befestigt ist. Wird die Feder durch einen Muskel gehoben, so wird die Schwimmlase vorn ausgedehnt, und zugleich folgt daraus die Hebung des vorderen Körperendes. Das-

selbe wird bei den Ophidiern durch eine, wie ein Stöpsel wirkende Vorrichtung erreicht.

Die Schwimmblase der Dipnoi wird zur Lunge, indem sie während der trocknen Jahreszeit Luft aufnimmt, und ihr venöses Blut zur Umwandlung in arterielles zugeführt wird. Sie ist nun morphologisch und physiologisch der Lunge der Amphibien homolog, von welcher sie auch in den feineren Texturverhältnissen nicht wesentlich abweicht.

Bei allen übrigen Wirbelthieren, welche eine Stimme haben, ist ein Theil des Lungeneinganges zum Stimmapparat geworden.

Eine Scheidung in Kehlkopf und Luftröhre kann man an der Eingangsröhre in die Lungen der Amphibien noch nicht wahrnehmen. Der Eingang ist nur eine häutige, bei den geschwänzten Batrachiern mit nur wenigen, bei den ungeschwänzten mit mehr Knorpeln und rudimentären Tracheal- und Bronchialringen versehene Höhle, die sogenannte Stimmlade.

Die Sonderung zwischen Kehlkopf und Luftröhre tritt bei den Reptilien stärker hervor, indem man denjenigen Theil des Eingangskanals in die Lungen als Kehlkopf bezeichnet, dessen Knorpel ein durch senkrechte Leisten zusammenhängendes Gerüst bilden. Diese einzelnen Theile kann man nach den entsprechenden Kehlkopfknorpeln der höheren Thiere benennen.

Stimmbänder fehlen den geschwänzten Batrachiern, den Ophidiern, Cheloniern und vielen Sauriern. Am entwickeltsten haben auch sie die Chamäleonten und Geckos. Mit der Luftröhre lassen sich auch die Bronchien bei den Reptilien bestimmter unterscheiden, und nur bei mehreren Schlangen (z. B. *Coluber*, *Vipera*) findet, wegen der zelligen Beschaffenheit dieser Theile, ein unmerklicher Uebergang derselben in die Lunge statt. Die Knorpelringe an Luftröhre und Bronchien sind bald unvollständig, bald geschlossen.

Mit Ausnahme der eben erwähnten Schlangen und der Proteiden, deren häutige Bronchien auch allmählig in die Lungensäcke übergehen, sind die Lungen der Amphibien und Reptilien deutlich von ihren Eingangskanälen getrennt. Ihre Form richtet sich im Allgemeinen nach der Form der Thiere. Sie werden vom Bauchfelle überzogen. In den meisten Fällen sind zwei Lungen von gleicher Grösse da; bei den Cöcilien, vielen Sauriern und Ophidiern tritt die eine gegen die andere zurück, und viele Schlangen (darunter z. B. *Vipera*, *Typhlops*) besitzen nur eine sehr lange Lunge.

Die Lungen der Amphibien und Reptilien sind nur gradweis verschieden. Sie sind bei den Tritonen, *Proteus*, *Menobranthus* blosse sackartige, innen völlig glattwandige Erweiterungen des Luftröhrenastes. Bei den übrigen Amphibien, der Blindschleiche und Eidechse wird die innere Fläche durch polygonale Leisten und Maschen vermehrt, welche sich bei den Schildkröten zu zwei Reihen, nur von der Bronchusfortsetzung zugänglicher Blindsäcke compliciren. Bei den Crokodilen sind diese sackartigen Lufträume zu rundlichen Gängen eingeengt.

Bei den Vögeln führt eine hinter der Zunge liegende, gewöhnlich mit hornartigen Papillen besetzte Längsspalte in den oberen Kehlkopf. Seine festen Theile bestehen aus mehreren, bei den alten Vögeln ossificirten Knorpeln, welche den Kehlkopfknorpeln der Säugethiere zum Theil entsprechen. Eine vordere grössere Platte hängt bei jungen Vögeln mit zwei, die hintere Wand des Kehlkopfes bildenden Stücken zusammen, die sich nach Beginn der Ossification lösen. Alle drei entsprechen dem Schildknorpel (*cartil. thyreoidea*). Ein zwischen die beiden hinteren Ränder der Seitentheile tretendes Ausfüllungsstück ist das Analogon des Ringknorpels (*cart. cricoidea*); darauf sitzen zwei längliche Giesskannen-Knorpel oder Knochen (*cart. arytaenoidea*).

Die Luftröhre hat gewöhnlich vollständige, häufig verknöcherte Ringe. Sie zeigt bei einigen Vögeln, z. B. bei *Mergus*, mitlere Erweiterungen, bei anderen macht sie beträchtliche Biegungen und Windungen, entweder unter der Haut (z. B. *Tetrao urogallus*) oder im Brustbein (*Grus cinerea*), seltener in der Gabel (*Numida cristata*) oder auch in der Brusthöhle (*Platalea leucorodia*). *Casuaris novae Hollandiae* besitzt am mittleren Theile der Luftröhre einen grossen häutigen Sack, welcher mit ihr durch eine, mehrere Ringe trennende Längsspalte communicirt.

Von den beiden Muskelpaaren der Luftröhre, welche als Niederzieher wirken, entspringt das eine, weniger beständige von der Gabel oder dem unteren Kehlkopfe und begleitet die ganze Luftröhre (*m. ypsilo trachealis*). Das andere ist kürzer, entspringt vom Brustbein und geht, wie das vorige, an die Seiten der Luftröhre (*m. sternotrachealis*).

Das eigentliche, nur wenigen Vögeln (z. B. Struthionen und Störchen) fehlende Stimmorgan ist der sogenannte untere Kehlkopf, der nur selten (*Steatornis*, *Crotophaga*) paarig in den beiden Bronchien, oder allein in dem unteren Theile der Luftröhre

(*Thamnophilus* u. a.), gewöhnlich an der Uebergangsstelle der Luftröhre in die Bronchien sich vorfindet (*larynx bronchotrachealis*).

Durch eine festere Verbindung oder auch Verschmelzung der letzten Luftröhrenringe wird das Ende der Luftröhre zu der fast vierseitigen Trommel, mit der bei den Männchen vieler Taucher und Enten unsymmetrische Knochenblasen, sogenannte Pauken und Labyrinth zusammenhängen. Von der Theilungsstelle der Trommel in die beiden Bronchialäste erhebt sich in der Regel eine die Trommel in zwei Seitenhälften theilende Knochenplatte, der Bügel oder Steg. Er fehlt den Papageien. Bei ihnen wird durch eigenthümliche, an den unteren Seitenrändern der Trommel und an den Bronchien befestigte Knochenbogen und eine zwischen ihnen ausgespannte Membran (*membrana tympaniformis externa*) eine einfache Stimmritze gebildet. Zwei Muskelpaare heben die Bronchien und verengern die Stimmritze, ein Paar erweitert sie.

Zwischen den Rändern des nach unten gerichteten Ausschnittes des Bügels ist der obere Theil der Innenwand jedes Bronchus ausgespannt, die innere Paukenhaut. Ihr gegenüber liegt eine äussere Paukenhaut. Theils bildet diese, theils, wenn sie fehlt, die Verbindungshaut zweier Bronchialringe die äussere Lippe der Stimmritze, bei verkürzter Luftröhre. Das innere, weniger entwickelte *labium glottidis* ist eine von der *membrana tympaniformis interna* oder dem Bügel abgehende Falte von elastischem Gewebe. Eine manchen Singvögeln eigenthümliche Membran erhebt sich auf dem Bügel als *membrana semilunaris*.

Der die genannten Theile bewegende, erweiternde und verengernde Muskelapparat zeigt die grösste Mannichfaltigkeit. Bei vielen Vögeln (Hühnern, Enten, Gänsen) finden sich nur die *mm. ypsilotracheales* und *sternotracheales*. Bei anderen (Raubvögeln, vielen *Scansores*, *Coracias*, *Caprimulgus*, *Cypselus* u. a.) kommt ein Muskelpaar hinzu, die *m. broncho-tracheales*. Sehr viele Singvögel haben fünf Paar eigenthümlicher Kehlkopfmuskeln, doch ist auf die gleichmässige Anzahl dieser Muskeln keine systematische Eintheilung zu gründen, indem namentlich die amerikanischen Passerinen einen weit einfacheren Muskelapparat als unsere einheimischen besitzen.

Die Lungen sind nur an ihrer Bauchfläche von einer Pleura überzogen, mit der Rückenfläche liegen sie auf beiden Seiten der Wirbelsäule den Rippen an; sie sind durch Zellgewebe an Wirbel und Rippen befestigt, welche bleibende Eindrücke auf ihnen hervor-

bringen. Durch die Art der Bronchialverzweigung ist die Lunge wesentlich von der der Säugethiere verschieden, und schliesst sich an die Reptilien an. Der die Lunge durchsetzende und hinten in den Hinterleibsluft sack mündende Hauptluftgang giebt seitliche Röhren ab, und findet überhaupt keine baumförmige Verzweigung statt. Das eigentliche respiratorische Gewebe ist in den dicken Wandungen der sogenannten Lungenpfeifen enthalten, langgestreckten sechskantigen Röhren.

Sehr allgemein können von der Lunge aus grosse häutige Säcke, Ausstülpungen der Bronchienwandung, die zum Theil Eingeweide einschliessen, mit Luft angefüllt werden. Die Anordnung dieser Luftzellen oder Luftsäcke ist wenig veränderlich. Sie dringen auch in die Knochen, aus denen das bei den jungen Vögeln vorhandene Mark allmählig verschwunden ist. „Pneumatisch“ sind namentlich die Schädelknochen und das Oberarmbein, weniger häufig das Oberschenkelbein, nie das Jochbein. Bei *Buceros* sind fast alle Knochen luftführend¹⁾.

Stimm- und Athemorgane der Säugethiere verhalten sich im Wesentlichen wie beim Menschen. Von den Kehlkopfknorpeln sind die beim Menschen seltenen *cartilagine Wisbergianae* ziemlich häufig. Dem Menschen fehlende Knorpel sind die auf dem hinteren Rande der Giesskannenknorpel einiger Säugethiere vorhandenen *cartilagine sesamoideae* und die unpaare *cartilago inter-articularis* zwischen den Giesskannenknorpeln, über dem Ringknorpel.

Nur die ächten Cetaceen besitzen keine Stimmbänder; die oberen fehlen unter anderen vielen Wiederkäuern (Hirsch, Rind, Schaf, Ziege), wogegen bei diesen die unteren in elastische Platten verwandelt sind. Viele Säugethiere sind durch accessorische, die Stimme verstärkende Säcke am Kehlkopf ausgezeichnet, die theils zwischen Schild- und Ringknorpel, theils zwischen Schildknorpel und Kehldeckel vom Kehlkopf austreten. Letzteres ist z. B. der Fall mit den drei, durch eine Erweiterung der Morgagni'schen Ventrikel entstehenden Luftsäcken des Brüllaffen (*Myocetes*), deren mittlerer sich in eine Aushöhlung des Zungenbeinkörpers begiebt.

Die Länge der Luftröhre, wie die Zahl der in ihr enthal-

1) Bei der Respiration der Vögel wird die Ventilation wesentlich durch Erweiterung und Verengerung der Luftsäcke, besonders der mittleren bewirkt, während der parenchimatöse Theil der Athmungsorgane, die Lunge, nur geringe Volumschwankungen zeigt. Strasser, Ueber die Luftsäcke der Vögel. Morph. Jbch. III. 1877.

tenen, gewöhnlich nicht geschlossenen Knorpel, richtet sich im Allgemeinen nach dem Verhältniss des Halses. Nur *Bradypus tri-dactylus* hat eine gewundene Luftröhre. Die Knorpel ossificiren in der Regel nicht. Die gewöhnliche Asymmetrie der beiden Bronchien, indem die rechte kürzer, aber weiter als die linke ist, hängt von der Asymmetrie der Lungen ab. Wie beim Menschen ist die rechte gewöhnlich die grössere. Die Zahl der Lungenlappen ist gewöhnlich grösser als beim Menschen. Die Bronchien vertheilen sich baumförmig; die feinsten Verzweigungen endigen wie beim Menschen, mit Bläschen.

Harn- und Geschlechtswerkzeuge¹⁾. Die Theile des Urogenitalsystems der Wirbelthiere, namentlich die Ausführungsgänge, stehen in engster Beziehung zu einander. Entwicklung und Morphologie der Harnorgane — als „Segmentalorgane“ — haben neuestens ein besonderes Interesse erregt, weil darin Anknüpfungspunkte für die Stammesverwandtschaft der Wirbelthiere und Anneliden gesehen werden. Die anfänglich indifferente Keimdrüse kann in Zwitterbildung übergehen, und daraus und aus der gleichmässigen Anlage des Ausführungsapparates für beide Geschlechter kann auf ursprünglichen Hermaphroditismus geschlossen werden.

Isolirt stehen einstweilen noch die Leptocardier und Cyclostomen.

Die Nieren des *Amphioxus* sind mehrere kleine in der Nähe des *porus abdominalis* befindliche Drüsen. Sie sowohl, wie die Nieren der Cyclostomen stehen ausser aller Verbindung mit dem Geschlechtsapparate. Unter den Cyclostomen verhalten sich die Myxinoiden einfacher als die Petromyzonten. Die Nieren der ersteren sind isolirte, von Kapseln umschlossene Gefässknäuel. Ein enger kurzer, von der Kapsel ausgehender Kanal geht in eine sackförmige, in den langen Harnleiter mündende Erweiterung über.

Bei den Leptocardiern und Cyclostomen werden Eier und Samen durch Dehiscenz frei; die Ausleerung geschieht bei *Amphioxus* durch den Mund, bei den Cyclostomen durch einen hin-

1) Balfour, On the origin and history of the Urogenital-Organs of Vertebrates. Journal of Anat. and Physiol. X. 1. 1875.

Semper, Das Urogenitalsystem der Plagiostomen. Würzburg 1875.

M. Fürbringer, Excretionsorgane der Vertebraten. Morph. Jbch. 1878. (Kritik d. ob. Arbeiten und der Semperschen Hypothese. Dazu Repliken und Gegenrepliken.)

ter dem After gelegenen *porus genitalis*. Dasselbe findet, jedenfalls in Folge einer Verkümmernng, bei den Aalen statt.

Für alle übrigen Wirbelthiere bilden die Selachier den Ausgangspunkt für die Vergleichung und das Verständniss. Das ganze Urogenitalsystem entwickelt sich aus einer dem mittleren Keimblatt angehörigen Zellmasse. Es entsteht zuerst jederseits ein Längsgang mit Oeffnung in die Leibeshöhle, der Urnierengang, und fast gleichzeitig eine Reihe von Quergängen (Semper's Segmentalorgane), Schläuche mit einer Tuben-Mündung in die Leibeshöhle. Sie bilden in ihrem mittleren Theile Knäuel, die Theile der Urniere oder der Wolfschen Körper, und münden mit dem andern, anfänglich blinden Ende in den Urnierengang. Letzterer hat sich in die Kloake geöffnet und zerfällt durch eine Längstheilung in den Wolfschen Gang, den Ausführungsgang der Niere, und den Müllerschen Gang. Dieser, vollständig nur beim Weibchen entwickelt, ist der Eileiter, der für sich in die Kloake führt.

Beim männlichen Selachier verkümmert der Müllersche Gang. Dem Hoden aber wachsen die offenen Enden der vorderen Paare jener Segmentalorgane an und verbinden ihn als *vasa efferentia* mit dem Harnleiter, der dadurch zugleich zum Samenleiter wird. Dieses geschieht so. Die Urniere gliedert sich in zwei Abtheilungen; die vordere oder die Leydig'sche Drüse wird zum Nebenhoden und eben ihr Ausführungsgang, der Leydig'sche Gang ist Samenleiter, während der oder die Ausführungsgänge des hinteren Abschnittes oder der eigentlichen Niere erst in das untere Ende des Leydig'schen Ganges einmünden.

Bei den meisten Ganoiden scheint sich, wie bei den Selachiern, der Urnierengang in zwei Gänge zu theilen, und es dienen die zwei Müllerschen Gänge, am oberen Ende mit Abdominalöffnungen versehen, bei beiden Geschlechtern als Ausführungsröhren für die Geschlechtsproducte. Die Verbindung dieser Gänge mit den Harnleitern ist nach den Gattungen verschieden. Bei *Lepidosteus* sind die Ausführungsgänge beider Geschlechtsdrüsen in unmittelbarer Verbindung mit der Wandung dieser Drüsen, was auch bei den meisten Knochenfischen der Fall ist. Da allem Anscheine nach bei ihnen der Urnierengang ungetheilt bleibt, so lässt sich jener Ei-Samen-Leiter nicht einem der Ausführungsgänge der Plagiostomen (und der übrigen Wirbelthiere) homolog stellen.

Der Urnierengang der Amphibien verhält sich wie bei den Selachiern. Die Niere erscheint als eine zusammenhängende Masse mit sehr zahlreichen, bis 300, wimpernden Oeffnungen oder Segmentaltrichtern, wodurch die directe Vergleichung mit den Segmentalorganen der Anneliden sehr misslich wird. Die Trennung des Urnierenganges in den Müllerschen und den Leydig-Wolfischen Gang schreitet bei den Amphibien nicht so weit vor, als bei den Selachiern, so dass sie vor ihrer Einmündung in die Kloake vereinigt bleiben. Auch geschieht die Bildung der beiden definitiven Gänge nicht durch einfache Spaltung, sondern dadurch, dass die Nieren-Quergänge mehr und mehr nach hinten umbiegen und sich zu einem kurzen gemeinschaftlichen Harnleiter vereinigen. Die Trennung der Gänge ist beim ♀ schärfer als beim ♂.

Das Drüsenrudiment der Kopfniere, der vordersten Urnierportion verschwindet gewöhnlich, bleibt aber beim männlichen Salamander auf dem rudimentären, bei den Männchen aller Amphibien sichtbaren Müllerschen Gange zurück. Eine an die Verhältnisse der Selachier anschliessende Eigenthümlichkeit ist, dass die Ausführungsgänge der Hoden in die Niere gehn und von da durch deren Ausführungsgänge der Samen in die Harnleiter geführt wird. (Fig. 103.)

Bei den Amnioten scheint der Müllersche Gang unabhängig vom Urnierengang zu entstehen. Es giebt eine Entwicklungsstufe, wo, wie bei den Anamnien, die Urnieren zugleich mit den später auftretenden definitiven Nieren bestehn. Bei

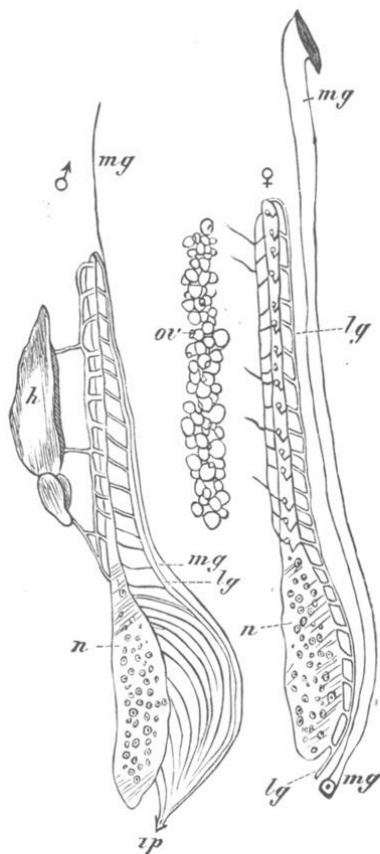


Fig. 103. Urogenitalorgane der geschwänzten Amphibien (n. Spengel). *h* Hode; *ov* Eierstock; *n* Niere; *mg* Müllerscher Gang; *lg* Leydigscher Gang; *ip* Urogenitalpapille.

den Weibchen werden die Müllerschen Gänge die Eileiter. Urniere und ihr Ausführungsgang atrophiren bei vielen Vögeln bis auf das Parovarium und Rudiment des Ausführungsganges. Auch wird bei den Männchen der Vögel der Müllersche Gang meist völlig atrophirt.

Der Urnierengang (Wolfsche Gang) wird zum Samengang und sein vorderer Theil bildet den Nebenhoden (*epididymis*).

Die bei allen Vögeln sich findende kurze und muskulöse Abtheilung des linken Eileiters, in welchem die Kalkschale sich bildet, kann man als Eihalter (*uterus*) bezeichnen; indessen zeichnet sich erst die Klasse der Säugethiere dadurch aus, dass bei ihnen ein eigener *canalis genitalis* als oberes Ende des gemeinschaftlichen *canalis s. sinus urogenitalis* sich abzweigt. Die obere Partie des *canalis genitalis* ist der die Tuben aufnehmende Fruchthälter, die untere die Scheide, während der Scheidenvorhof der weiblichen Säugethiere der *canalis urogenitalis* ist.

Das Ueberbleibsel der Urnieren sind bei den weiblichen Säugethieren das Rosenmüllersche Organ (Nebeneierstock), die Urnierengänge gehn aber bei den weiblichen gewöhnlich ganz verloren, und nur bei den Wiederkäuern, Einhufern und Schweinen bleiben Rudimente als die Gartnerschen Kanäle.

Bei den männlichen Säugethieren werden die Urnierengänge ebenfalls zu den Samenleitern und es persistirt der obere Theil der Urnieren als Nebenhode. Aber auch die Müllerschen Gänge sind noch bei dem geschlechtsreifen Thiere nachweisbar. Bei vielen Säugethieren, Nagern und beim Menschen öffnet sich zwischen den in die Harnröhre eintretenden Harnleitern ein kleiner Schlauch (*utricleus prostaticus, uterus masculinus*), welcher sammt den seitlich aus ihm hervortretenden rudimentären Gängen aus dem Müllerschen Gängen stammt.

Die Ausbildung der Begattungsorgane hält ungefähr gleichen Schritt mit der allmäligen Differenzirung der Kloake und des *sinus urogenitalis*. Sie sind daher in unvollkommener Weise zu finden bei den Reptilien. Hier haben die Eidechsen und Schlangen eine doppelte, der Hinterwand der Kloake angehörige Ruthe. Diese liegt einfach an der Vorderwand des Kloakenrohres bei den Schildkröten und Crokodilen, versehen mit einer den Samen leitenden Rinne. Aehnlich verhält sich die Ruthe derjenigen Vögel, welche überhaupt eine solche besitzen (Strausse, Enten, Gänse).

Weiter ausgebildet ist bei allen diesen Thieren die der Anlage nach mit der männlichen Ruthe übereinstimmende *clitoris*.

Erst bei den Säugethieren (mit Ausnahme der *Monotremata*) kommt es zu mehr oder minder (Nager) vollständiger Trennung des anfänglichen Kloakenraumes, und in der Modificirung des *sinus urogenitalis* bleiben die weiblichen auf einem niedrigeren Zustande stehn.

FROMMANN'SCHE BUCHDRUCKEREI (HERMANN POHLE)
IN JENA.