

trae), Eulen (Noctuae) und Spinner (Bombyces) sind die verschiedenen Repräsentanten der Nachtschmetterlinge; denen die gewöhnlich nicht viel spinnenden Abend- (Sphinges) und Tagfalter (Papiliones) als höchste Formen sich anreihen. Der berühmte Seidenwurm ist die Raupe eines Spinners, welcher auf Maulbeeren lebt, und ursprünglich in China einheimisch war.

6. Zuletzt folgen dann die Käfer (Eleutherata s. Coleoptera), durch freie beißende Mundtheile, einen frei beweglichen ersten Brustkastenring (Prothorax), verhornte Vorderflügel und größere Hinterflügel, die nur wenigen fehlen, vor den anderen drei Gruppen mit vollkommener Verwandlung sich auszeichnend. Ihre Larven haben kein Spinnorgan, sind meist nackt, leben gewöhnlich versteckt, und werden zum Theil sehr schädlich, wenn sie sich stark vermehren, und nun die Wurzeln, Stämme, Blätter und Früchte der Gewächse verwüsten. Doch giebt es auch ein sehr nützlich Geschöpf in dieser Gruppe, die spanische Fliege (*Lyta vesicatoria*), deren blasenziehende Eigenschaft ihre medicinische Anwendung veranlaßte. Im Ganzen aber übt die große, wohl ein Drittel aller anderen Insekten in sich fassende Gruppe keine so augenfälligen verheerenden Eingriffe in den Gang der Natur aus, wie dies von einzelnen Mitgliedern anderer Ordnungen, z. B. den Heuschrecken, Mücken, Ameisen, Blattwespen und vielen Schmetterlingen, bekannt ist. Nur die Borkenkäfer (Bostrychi) und Maikäfer (*Melolonthae*) werden mitunter sehr schädlich. —

22.

Fortsetzung. — Rückgrathiere.

Die letzte Hauptabtheilung der Thiere, zu deren Betrachtung wir uns nunmehr wenden, hat ihren Namen von demjenigen Organ erhalten, welches den wesentlichen Charakter der Gruppe, die innere Gliederung, am entschiedensten ausdrückt; doch pflegt man sie auch Knochenthiere (Osteozoa) oder Wirbelthiere (Vertebrata) zu nennen, und dadurch die allgemeine oder besondere Form ihres inneren Gerüsts näher anzugeben. Die Anwesenheit eines solchen inneren gegliederten Skelets, an welches die übrigen Organe angeheftet, oder in dessen Höhlen sie versteckt sind, um-

faßt den typischen Charakter der Gruppe und seine Schilderung muß daher allen anderen Betrachtungen vorangehen. —

Die Grundlage des Skelets in seinem fertigen Zustande bilden zylindrische, vorzugsweise aus phosphorsaurer Kalkerde bestehende Körper, denen ein weiches, elastisches, aus Zellen entstandenes thierisches Gewebe, die Knorpelsubstanz, zur Basis dient. In die Masse desselben, wie es scheint in die Höhlen der Zellen, setzt sich die Kalkerde zuerst ab, und durchdringt von da aus nach und nach mehr oder weniger das ganze Knorpelgewebe. Solche verkalkte Körper sind die Knochen. Sie behalten an ihren Enden in der Regel einen freien Knorpelüberzug und stoßen mittelst desselben an einander, entweder innig dadurch verbunden (Verknorpelung), oder bloß neben einander liegend, und durch andere thierische Gewebe im Umfange des Knorpels an einander geheftet (Gelenkung). Nur an wenigen Stellen (dem Schädel) greifen die Knochen selbst mit zackigen Rändern in einander, und bewirken eine sehr innige Verbindung (Naht) ohne Beweglichkeit, die bei jenen früheren Verbindungsarten theilweis oder vollständig sich erhält. Der Verein dieser sämtlichen Knochen zu einem Ganzen ist das Skelet; seine Anlage folgt natürlich bestimmten Gesetzen und ergiebt ein Grundschema, das bei allen Rückgrathieren wiederkehrt und durch die Modifikationen, welche sein Typus erlaubt, die verschiedenen Klassen der Rückgrathiere möglich macht. Ehe wir diese kennen lernen, muß uns das Grundschema bekannt sein; es hat folgende Anlage.

Zahlreiche kurzzyllindrische Knochen verbinden sich durch Verknorpelung zu einer wagrecht gestellten Säule von unbestimmter Länge; diese Säule, welche man füglich mit künstlichen, aus abwechselnden Sandsteinstücken und Mörtelschichten aufgeführten Säulen vergleichen kann, heißt Wirbelsäule, und jedes einzelne Knochenstück Wirbel. Die Wirbel sind aber keine ursprünglich einfachen Knochen, sondern sie entstehen, allgemein genommen, wohl immer aus vier Stücken¹⁾, welche man Wirbelemente genannt hat. Es geht nämlich der ganzen Wirbelsäule gleichsam als ihr Wegweiser ein zylindrisches Knorpelsäddchen, die Rückensaite (Chorda dorsalis), vorher, und darauf setzen sich von links und rechts, oben wie

1) Die Grundbestandtheile eines Wirbels, wenigstens seine verschiedenen Differenzpunkte, sind nicht bei allen Wirbelthierklassen in gleicher Zahl vorhanden. Sieht man aber von den untergeordneten Differenzen und örtlichen Modifikationen des Typus ab, so möchte die Annahme von vier Wirbelementen die richtigste bleiben.

unten, paarige Knorpelstücke ab, welche später verknöchern, und nach innen gegen die Rückenseite vordringend sie selbst in abwechselnde Knochen- und Knorpelstücke zerschneiden. Während dies geschieht, erheben sich von den Elementen aus Knochenfortsätze, 2 nach oben und 2 nach den Seiten; die oberen wachsen gegen einander und bilden, indem sie zusammenstoßen, den Wirbelbogen, auf dessen Mitte sich der Dornfortsatz stachel förmig erhebt, die unteren stehen seitwärts ab, und heißen Quersfortsätze. Bei Säugethieren und Vögeln gehen beide Fortsätze bloß von den oberen Elementen aus, und dasselbe ist der Fall bei den beschuppten Amphibien; bei den Fischen und nackten Amphibien sitzen die unteren oder Quersfortsätze auch an den unteren Elementen. Verwachsen nun die Elemente innig an ihren Berührungsflächen, was bei fortschreitendem Alter des Individuums der Fall zu sein pflegt, so scheint der ursprünglich aus vier Stücken bestehende Knochen ein ungetheiltes Ganze zu sein, das den Namen Wirbel (Vertebra) erhalten hat. Die Modifikationen, welche die Wirbel an verschiedenen Stellen der Wirbelsäule erleiden, bedingen die typische Form der Rückgratthiere eines theils, wie andertheils die Differenzen, denen wir in den verschiedenen Klassen begegnen. Allgemein gilt dabei Folgendes.

Neben den vier vordersten, schon in der Anlage sehr veränderten Wirbeln bilden sich gleichzeitig mit ihrer Verknöcherung eigenthümliche Belegknochen, welche die knorpelige Grundlage des Kopfes, das Primordialcranium, überdecken und z. Th. an die aus der Verknöcherung desselben entstandenen, gesonderten Schädewirbelbeine sich anpassen. Dadurch entsteht eine geräumige Höhle, welche zur Aufnahme des Centralnervenorgans dient, und Gehirn- oder Schädelhöhle genannt wird. So weit sie reicht, sind sowohl die Belegknochen unter sich, als auch die dazu gehörigen Wirbel, innig durch Nähte verbunden. Diesen Abschnitt des Skelets nennt man Schädel (Cranium). — In der darauf folgenden größeren oder größten Menge von Wirbeln senken sich die unteren Elemente besonders in die Tiefe der Rückenseite hinab, während die oberen von ihr aufsteigend sich zu Bogen an einander schließen; wodurch erstere den letzteren an Masse überlegen werden und die Hauptstütze des Wirbels ausmachen. Man nennt diesen Theil den Wirbelkörper. Unter den Körpern der Wirbel soll nun eine Höhle zur Aufnahme der Vegetationsorgane gebildet werden, und dies kann dem Typus gemäß nur durch Knochen geschehen. Daher legen sich zugleich an die Quersfortsätze und an die Wirbelkörper andere dünne halbkreisförmig gebogene Knochen an, welche

mit ihnen durch Gelenkung in Verbindung stehen, und sich nach unten mit ihren freien Enden gegen einander krümmen. Diese Knochen heißen *Rippen* (*Costae*); sie sind Eigenheiten desjenigen Körperabschnittes, den man *Rumpff* nennt, umschreiben an ihm die *Rumpfhöhle*, und reichen typisch so weit, wie diese Höhle und mit ihr der ganze Rumpf sich erstreckt. Am unteren Ende bleiben sie zwar häufig frei, namentlich immer bei den Fischen, aber bei den übrigen Rückgrathieren nur an der hinteren Hälfte des Rumpfes; an der vorderen Hälfte stoßen sie an eine Reihe kleinerer Wirbelkörper, welche die *secundäre*, untere oder Brustwirbelsäule heißt, wie jene obere die *primäre* oder Rückenwirbelsäule. Die unteren Wirbel haben in der Regel nur ein oder zwei Elemente, und verwachsen zu einem einzigen Knochen, dem Brustbein (*Sternum*). Hinter dem Rumpfe bleibt endlich eine Reihe von Wirbeln übrig, deren Fortsätze sich entweder gar nicht schließen, oder oben und unten gleichmäßig nach demselben Schema sich verbinden. Dieser Abschnitt der Wirbelsäule ist der Schwanz (*Cauda*); er enthält zwar auch einen Rücken- und Bauchkanal, aber nie eine geräumige Höhle zur Aufnahme von Ernährungs- und Fortpflanzungsorganen, deren Anwesenheit in einer Höhle unter der Wirbelsäule sie als Rumpfhöhle auch dann noch verräth, wenn keine Rippen mehr an ihren Wirbeln haften. Mit dieser Entwicklung ist indessen nur der Stamm des Körpers der Rückgrathiere dargestellt, es fehlen noch die Träger der Bewegungs- und Sinneswerkzeuge, welche den Rückgrathieren, als den höchsten Entwicklungen der Thierheit, am wenigsten mangeln können. Sie unterzubringen, benutzte die Natur zwei schon vorhandene Abschnitte des Körpers, den Schädel und den Rumpf; jener erhält die Sinnesorgane mit dem Munde, und wird erst dadurch wahrer Kopf, dieser die Bewegungswerkzeuge. Durch die gleichzeitige Anwesenheit von Sinnesorganen und Kauwerkzeugen am Kopfe der Rückgrathiere ist die Bildung dieses Körpertheiles so verwickelt, und die Erkenntniß seines Grundschemas, als modificirter Wirbelreihe, so lange verzögert worden. Auch hier blieb es nicht der sorgfältigen Beobachtung, welche mehr im Auffinden von Unterschieden, als im Reduciren scheinbarer Differenzen ihren Gegenstand sucht, sondern dem sicheren Blick genialer Naturen vorbehalten, den Satz: der Schädel ist eine Wirbelsäule, zuerst auszusprechen. Oken war der glückliche Meister, der das Wort sprach, und damit der vergleichenden Zoologie ihre Fesseln löste; während Goethe, tief sinnig und wahr die Natur wie den Menschen betrachtend, denselben Gedanken schon länger in sich herumgetragen hatte, aber ihn öffentlich auszusprechen keine Veranlassung finden konnte oder

wollte²⁾. Oken ging auch sogleich in die Nachweisung seiner Idee mit gewohnter Umsicht ein, und verfolgte viele Einzelheiten derselben ebenso glücklich wie erspriesslich für die Wissenschaft. Und wenn sich auch die Solidität der Empirie, mißmüthig, daß ihr trotz aller sorgfältigen Bestrebungen gewaltsam von Anderen die Florhülle von den Augen gerissen wurde, und sie nun doch sehen mußte, was sie eigentlich nicht sehen wollte, anfangs hartnäckig gegen die neue Lehre sträubte, ja die ganze „*Veinphilosophie*“ an den Pranger zu stellen suchte; sie hat dennoch mit der Zeit ihr Scherflein drin gefunden und Denen Gerechtigkeit widerfahren lassen müssen, die auf den Dank aller folgenden, wissenschaftlich strebenden Geschlechter die entschiedensten Ansprüche haben. Aber auch heute soll er ihnen nicht mehr entzogen werden!³⁾ —

Zur Einordnung der Sinneswerkzeuge in die Schädelkapsel bedient sich die Natur eigenthümlich gestalteter Knochen, welche zwischen die Schädelwirbel an geeigneten Stellen hineingeschoben werden. Daß man diese Knochen anfangs für Theile der Schädelwirbel selbst hielt, hat die richtige Einsicht in das Schema des knöchernen Kopfes lange verzögert; Schläfenbeine, Thränenbeine und Nasenmuscheln sind solche zwischengeschobene Knochen für die Sinnesorgane. Aber mit ihnen ist noch kein Platz für die Kiefer, die Stützen und Träger der Kau- oder Beißwerkzeuge, gewonnen; auch sie müssen dem Schädel noch angepaßt werden, um sein Gebäude zu vollenden. Das geschieht mittelst rippenförmiger Knochen, welche sich an

2) Die Ansicht, daß der Schädel aus Wirbeln bestehe, wird von der gegenwärtigen empirischen Schule vielfach wieder in Zweifel gezogen, oder geradezu, namentlich seitdem die Unterschiede der Belegknochen und der aus dem Primordialcranium durch Verknöcherung hervorgegangenen Ur-Schädelknochen festgestellt worden sind, als unrichtig betrachtet. Ich glaube, daß es bei der Beurtheilung der Wirbeltheorie darauf ankommt, wie nahe, oder wie fern man den Vergleichungspunkt stellt. Daß die Schädelwirbel keine Rückenwirbel sind, ist richtig und damit eingeräumt, daß eine Congruenz zwischen beiden nicht stattfinden könne. Wer eine solche für ursprünglich homologe Gebilde fordert, kann die Wirbeltheorie des Schädels mit Recht bestreiten. Wer aber in den Numpfwirbeln und den Schädelwirbeln nur die verschiedenen Modificationen eines, allen Wirbeln gemeinsamen, aber eben nirgends rein und unmodificirt erscheinenden Grundtypus nachweisen will, wird in den Bildungselementen beider Knochen, wie ich glaube, hinreichende Belege für seine Ansicht auffinden können. Für homologe und nicht für identische Gebilde sind sie überhaupt nur erklärt worden.

3) Mit unparteiischer Würdigung hat kürzlich R. Owen, leicht der bedeutendste von allen jetzt lebenden vergleichenden Anatomen, die Wirbeltheorie beleuchtet. Vergl. *Foerster's Neue Notizen* x. III. Reihe. 2. Bd. S. 148.

die mittleren Schädelwirbel anheften, allein bald, wie es das Bedürfnis einer kräftigen Wirkung fordert, inniger mit ihnen und den benachbarten Knochen sich verbinden. Alsdann haftet der vordere oder Oberkiefer am ersten und zweiten Schädelwirbel, zugleich durch den Jochbogen mit dem Ohrknochen oder Schläfenbein sich verbindend, der hintere oder Unterkiefer stößt an eben diesen Knochen, und stützt sich vermittelst desselben auf die hintersten Schädelwirbel. Beide Kiefer bewegen sich senkrecht gegen einander, nicht wagerecht, wie bei den Gliedertieren, und haben einen hornigen Ueberzug zum Kauern oder Abschneiden, der bald durch Aufnahme von Kalkerde in knochenartige Gebilde oder Zähne übergeht. Der Verein dieser den Schädelwirbeln angehefteten Knochen bildet das Gesicht. In seiner Formirung hat die Natur eine große Mannigfaltigkeit an den Tag gelegt, und in den Größenbeziehungen desselben zum Schädel den geistigen Gehalt der Geschöpfe angedeutet. Der Mensch, allen Thieren in dieser Beziehung vorgezogen, hat relativ das kleinste Gesicht und den größten Schädel.

An den Bewegungsorganen oder Extremitäten verfolgt die Entwicklung der thierischen Organisation, was zunächst ihre Zahl betrifft, denselben Weg weiter, welchen sie schon bei den Gliedertieren betrat, indem sie den höheren Entwicklungsformen zwar immer weniger, aber dafür im Einzelnen desto vollkommnere Organe beilegte. Die Zahl sechs, die kleinste, welche bei Gliedertieren sich findet, wird bei den Rückgratthieren noch um ein Paar verringert, zugleich aber bei den Fischen, wo die Größe der Bewegungsorgane unzureichend ist, ein accessorischer Apparat in den unpaaren Flossen dargestellt. Indem sich nun die vier Bewegungsorgane der Rückgratthiere paarig an das vordere und hintere Ende des Rumpfes vertheilen, suchen sie, als Träger und Stützen des ganzen Körpers, zunächst eine solide Basis zu gestalten, von welcher ausgehend sie sicher ihre Verrichtungen vollführen können. Dadurch entsteht ein eigenthümlicher Knochenring, welcher an die obere und untere Wirbelsäule sich anheftet, mithin in zwei Hälften, eine linke und eine rechte, zerfallen muß. Jede Hälfte ist wieder in eine obere und eine untere getheilt, die beide da, wo sie an einander stoßen, eine geräumige Gelenkung bilden. So besteht denn jeder Ring aus vier Vierteln oder Quadranten. Allein hiermit ist sein allgemeiner Typus noch nicht erschöpft, er bekommt einen neuen typischen Charakter in der Verdoppelung aller unteren Quadranten. Offenbar rührt diese Vermehrung von einer allgemeinen Ursache, und wahrscheinlich von dem Umstande her, daß die Gliedmaßen ihrer ganzen Anlage nach hinter

einander liegende Knochenreihen sind, deren Menge sich in jeder folgenden Reihe um ein oder noch mehr neben einander liegende Glieder zu vermehren pflegt. Da nun die Gürtel oder Träger der Gliedmaßen sicher zu ihnen und nicht zum Rumpfe gehören, so folgen auch sie dem allgemeinen Gesetze aller Gliedmaßenbestandtheile. — Suchen wir jetzt das Schema in der Wirklichkeit auf, so finden wir den vorderen Ring als Schultergürtel, den hinteren als Beckengürtel oder Becken dargestellt. Am Schultergürtel heißen die oberen Quadranten Schulterblätter, die unteren vorderen Gabelbeine, die unteren hinteren Schlüsselbeine; am Becken werden die oberen Quadranten Darmbeine genannt, die unteren vorderen Schambeine, die unteren hinteren Sitzbeine. Weil in der Beckengegend die secundäre Wirbelsäule fehlt, so stoßen die unteren Quadranten unmittelbar an einander, was indeß eine Folge jenes Mangels und der größeren Solidität der hintern Bewegungsorgane zu sein pflegt. Die Bewegungsorgane selbst gehen immer mit einem einfachen Knochen von dem Punkte aus, wo die oberen und unteren Quadranten sich treffen, und bilden an dieser Stelle mit ihnen ein Gelenk; ihr einfacher Knochen heißt an der vordern Extremität Oberarm, an der hinteren Oberschenkel. Darauf folgen zwei Knochen, wie es die zunehmende Menge und das Bestreben aller Gliedmaßen, sich in die Fläche auszubreiten (was eben jene Zunahme veranlaßt), mit sich bringt; die vorderen heißen Speiche und Elle, die hinteren Schienbein und Waden- oder Pfeifenbein. Von jetzt an wird die Zahl der neben einander liegenden Knochen unregelmäßiger, doch giebt es noch viele Fälle, namentlich an der hinteren Extremität des Menschen, wo in der dritten Reihe drei, in der vierten vier und in der fünften fünf Knochen neben einander liegen. Nur bei den Fischen wird diese Menge überschritten, bei allen übrigen Rückgrathieren nie; auch bleiben von jetzt an die folgenden Reihen größtentheils unverbunden und treten als deutlich getrennte, für sich bewegliche Zehen oder Finger auf, deren Gliederzahl nie ganz gleich ist. Gewöhnlich haben die äußeren Zehen weniger Glieder als die mittleren, und die innerste (der Daumen) zeigt dann von allen die kleinste Anzahl. — Als wichtiger typischer Charakter ist schließlich von den Gliedmaßen der Rückgrathiere das antithetische Verhältniß ihrer einzelnen Abschnitte zu erwähnen. In der Regel bildet ihr freier, den in der Fläche des Rumpfes liegenden Gürtel nach außen überschreitender Theil drei Hauptabschnitte, die als Oberglied, Mittglied und Unterglied unterschieden werden. Jenes steigt während der Bewegung, oder selbst in der Ruhe, aufwärts, das

Mittelglied immer abwärts und das Unterglied steht mehr oder weniger wagrecht; aber was am Schultergürtel nach hinten geneigt ist, neigt sich am Beckengürtel nach vorn, und umgekehrt, wenn jener nach vorn geht, läuft dieser nach hinten. Eben so verhalten sich die einzelnen Abschnitte der freien Extremitäten bis zum dritten und letzten wagrechten Haupttheil, welchen man je nach seiner Form Tase, Pfote, Fuß oder Hand nennt. Dieser letzte Abschnitt hat an allen Gliedmaßen dieselbe Richtung von hinten nach vorn, wenn sie zum Gehen dienen und nur zum Abstoßen vom Boden bestimmt sind. Ist das nicht der Fall, so folgen auch die Unterglieder dem allgemeinen Gesetze des antithetischen Verhaltens ihrer Abschnitte, wie es jeder Beobachter beim Vogel leicht und deutlich wahrnehmen kann. — Eine solche Entgegensetzung der ganzen Gliedmaßen und ihrer einzelnen Abschnitte fehlt den meisten Gliedertieren, hier folgen alle derselben absteigenden Richtung, bis bei den Insekten eine ähnliche Antithese dreier Hauptabschnitte an jeder einzelnen Gliedmaße und eine Andeutung der antithetischen Neigungen der ganzen Gliedmaßen unter sich, durch die abweichende Richtung des ersten Paares nach vorn und des dritten nach hinten, augenscheinlich wie bei den Rückgratthieren sich gestaltet. —

Die an das Skelet angehefteten weichen Theile richten sich nach dem Schema desselben, so weit es möglich ist; vor allen das System der Nerven, von dem wie überall, so auch hier, die concrete Form des Typus am reinsten dargestellt wird. Die Centralorgane desselben, Gehirn und Rückenmark, liegen in den Höhlen über den Wirbelkörpern, jenes also im Schädel, dieses im Rückenkanal; beide senden durch Lücken zwischen den Elementen unmittelbar neben den Wirbelkörpern ihre Nerven hervor. Das Rückenmark, die einfachere Form, bleibt auch dem Grundschema getreuer, wenn es von seinen beiden Flächen je zwei Nerven aussendet, die sich im Rumpfe und den Extremitäten verbreiten. Der vordere geht zu den Muskeln, erregt sie zur Thätigkeit, heißt motorischer Nerv und wirkt vom Centrum zur Peripherie (centrifugal); der hintere umfaßt mit einer Anschwellung am Grunde den vorderen, begiebt sich mehr zur Haut, macht Empfindungen und heißt deshalb sensibler Nerv; seine Wirkung geht von der Peripherie zum Centrum (centripetal). Das Gehirn sendet nicht bloß Nerven mit ähnlicher Differenz aus, die sich jedoch in ihrem Verlaufe mannigfach verbinden, sondern auch die Nerven zu den Sinnesorganen, die centripetal wirken, aber bloß für die eigenthümlichen Eindrücke des Lichtes, Schalles, der riechenden und schmeckbaren Stoffe empfindlich sind. Endlich giebt es noch ein besonderes System von Nerven, welches für die

Vegetationsorgane bestimmt ist, und aus eigenthümlichen, feineren Nervenfasern, deren Funktionen zugleich sensible und motorische sind, zu bestehen scheint; man nennt es das gangliöse System, weil seine Nerven sich vielfach netzartig unter Knoten oder Ganglien verbinden. Seinen Ursprung nimmt es theils aus dem Gehirn, theils aus dem Rückenmark.

Unter den Vegetationsorganen ist besonders der Ernährungsapparat sehr zusammengesetzt und entwickelt. Vor allen tritt hier das Athmungsorgan durch seine allgemeine Duplicität als den Typus der Gruppe bestimmend auf, denn eigentlich haben sämtliche Rückgratthiere Kiemen und Lungen zugleich. Jene befinden sich äußerlich am Anfange des Rumpfes, dem Halse, und werden in der Regel von über sie herabhängenden Hautfalten bedeckt; diese bilden zellige Säcke im vorderen Raum der Rumpfhöhle und stehen durch einen Kanal, die Lufröhre, mit dem Munde in Verbindung. Auch die Kiemen haben Spalten zwischen sich, die in die Mundhöhle oder in den Schlund führen. Die Athmung wird daher bei allen Rückgratthieren durch eine schluckende Bewegung zu Stande gebracht, indem die Thiere bald Luft, bald Wasser einnehmen. Die Luft gelangt in die Lunge und kehrt daraus durch eine Compression der Rumpfhöhle zurück; das Wasser dringt durch die Kiemenpalten hervor und fließt an den Kiemen vorbei nach außen ab. Allgemein athmen durch Kiemen nur die Fische und einige Amphibien, ihre Lunge (Schwimmlase) bleibt unvollkommen und fehlt häufig ganz; die übrigen Rückgratthiere haben Kiemen nur in der ersten Jugend als Embryonen und athmen später immer durch Lungen. Mit dieser Differenz harmonirt nun der Kreislauf des stets rothen Blutes. So lange die Kiemen in Funktion sind, ist der Kreislauf einfach, d. h. die zweite, durch das Respirationsorgan führende Bahn fehlt; das Blut geht dann aus dem Herzen, welches nur eine Kammer besitzt, in die Kiemen, von diesen in alle Theile des Körpers, und kehrt zum Herzen mit den neu vom Darmkanal bereiteten Quantitäten zurück. Sobald aber die Lungen als Respirationsorgan anfangen zu wirken, tritt noch ein zweiter Kreislauf (der kleine) hinzu, indem das Blut aus dem Herzen in die Lunge, aus ihr zurück zum Herzen und dann erst in alle Theile des Körpers geführt wird. In diesem Falle hat das Herz zwei Kammern; eine rechte, die das Blut in die Lunge treibt, und eine linke, die es in alle Theile des Körpers stoßweise überführt. — Der Darmkanal zeichnet sich eines Theils durch seine Länge, anderen Theils durch seine großen accessoirischen Organe aus. Speicheldrüsen, Leber, Pancreas und Darmdrüsen unterstützen ihn in seinen Berrichtungen; seine Länge bringt es dagegen

mit sich, daß er nicht mehr geradlinig den Rumpf durchläuft, sondern in vielfachen Windungen die Höhle desselben erfüllt. Zur Unterstützung der Lungen, als blutreinigender Factoren, sind immer noch zwei Organe, die Milz und die Nieren, vorhanden; den Antheil der Milz an diesem Geschäft kennt man nicht näher; die Nieren scheiden das in Ueberschuß aufgenommene Wasser und den darin aufgelösten stickstoffreichen Harnstoff wieder aus dem Blute ab.

Von den Modificationen, welche dies Grundschema der Rückgrathiere erlaubt, gehen die Klassenunterschiede aus; das Bedingende für solche Modificationen ist jedoch auch hier das Medium, dem die jedesmalige Modificationsstufe angepaßt werden soll. Wir treffen daher auf Wasser- rückgrathiere, Luftrückgrathiere, Landrückgrathiere und eine Durchgangsgruppe, deren Name ihren Charakter schon ausspricht; sie heißen Amphibien, jene früheren Gruppen kennt Jedermann als Fische, Vögel und Säugethiere.

Untersuchen wir zunächst die Beziehungen der typischen Modificationen zu den vier Klassen, so findet sich, daß die Grenze des Hauptgegensatzes mitten in die Amphibien hinein fällt, und dadurch diese Gruppe so recht augenfällig als Durchgangsgruppe sich beurfundet. Der Mangel eines abwärts gebogenen Antlitzes, welcher durch die horizontal bleibende Stellung der Schädelbasis bedingt ist; die concaven Flächen der Wirbelkörper und die daraus folgende größere Masse von Knorpelsubstanz zwischen ihnen; die unvollkommene Knochenbildung überhaupt; die mangelhaft gestaltete Nase, das Bleiben der Kiemen als lebenslänglicher oder zeitweiliger Respirationorgane nach der Geburt und die davon abhängige einfache Herzkammer sind Momente, welche die erste Stufe der niederen Rückgrathiere bezeichnen. Sie umfaßt alle Fische und die nackten Amphibien. Dagegen werden durch die Einbiegung des Antlitzes, die gekrümmte Schädelbasis, die vollkommnere Nase, die größere Beweglichkeit des Kopfes, die gradflächigen Wirbelkörper, eine etwas abweichende Anlage der ganzen Wirbel und namentlich ihrer oberen Elemente, endlich durch alleinige Lungenrespiration sofort nach der Geburt und den damit harmonischen doppelten Kreislauf nebst zwiefacher Herzkammer alle beschuppten Amphibien, die Vögel und Säugethiere als höhere Rückgrathiere angezeigt. Daher hält es schwer, den Fischtypus streng festzustellen; so leicht es auch jedem Nichtkenner erscheinen mag, einen Frosch von einem Fisch zu unterscheiden. Im Ganzen bieten auch hier die Bewegungsorgane gute äußere Merkmale dar, denn alle Fische haben Flossen, d. h. Hautlappen

mit unbestimmten Knochenstrahlen, die entweder in gar keine, oder unendlich viele Glieder getheilt sind, und immer an unvollständigen Gürteln haften; während die Amphibien mit wahren Füßen versehen sind, deren Zehen nie über fünf hinausreichen, auch nicht mehr aus unendlichen Gliedern bestehen. Dazu kommen bei allen Fischen, selbst solchen, die keine paarigen, den Extremitäten analogen Flossen haben, unpaarige Flossen auf der Mittellinie des Rückens und Schwanzes bis zum After, welche bei Amphibien zwar auch sich finden, aber nicht weiter als am Schwanze hinaufreichen und dann nicht mehr von besonderen Knochen unterstützt werden, während solche Stützen in den unpaaren Flossen der Fische gewöhnlich auftreten. Freilich giebt es auch nackte Amphibien und beschuppte ohne alle paarigen Gliedmaßen, allein diesen fehlen auch immer jene unpaaren flossenartigen Ausbreitungen, welche den Fischen ohne paarige Flossen oder wahre Extremitäten nicht leicht abgehen. Endlich ist noch die Lage der Harn- und Geschlechtsöffnung als gesonderte oder einfache Mündung hinter dem After ein gutes äußeres Merkmal der Fische, insofern bei den Amphibien der After stets hinter den andern Öffnungen liegt und alle drei in eine Höhle (Kloake) sich senken, welche mittelst einer einzigen Mündung nach außen führt. Darin stimmen die Amphibien ganz mit den Vögeln überein. Trotz dem stehen sich Säugethiere und Vögel im Ganzen näher durch die Wärme ihres Blutes und ihres ganzen Körpers; womit harmonirt die größere Intensität der Respiration, welche bei den Amphibien, selbst bei den beschuppten, mittelst einer, wenn auch nur unvollkommen durchbohrten Scheidewand zwischen den Herzkammern verhindert wird. Hierin schließen sich die Amphibien wieder mehr an die Fische, als an die Vögel und Säugethiere, obwohl sie, dem Skelet nach, mehr zu diesen, als zu jenen gehören. Auf der andern Seite ist das Eierlegen der Vögel dem Eierlegen der beschuppten Amphibien so analog, daß sich in der That von diesem Gesichtspunkte eine größere Verwandtschaft zwischen beiden Klassen, als zwischen den Vögeln und lebendige Junge gebärenden Säugethieren herausstellt. Hier würde bloß der Bebrütungsakt, welcher von der gesteigerten Temperatur des Vogelkörpers gefordert wird, nach neuen Beobachtungen indeß auch für die Entwicklung einiger Amphibien, z. B. der Riesenschlangen (*Python bivittatus*), Bedürfnis ist, einen Unterschied hervorgerufen, den die von ihren Aeltern gefütterten Vögel noch greller machen, insofern dadurch das Säugen der Säugethiere nicht ohne alle Analogie bei den Vögeln ist. — Betrachtungen dieser Art, welche sich mit Leichtigkeit noch weiter ausdehnen ließen, zeigen übrigens den innigen Zusammenhang

der Rückgrathiere zur Genüge, sie bestätigen und erklären die früheren allgemeinen Angaben vom Uebergreifen der verschiedenen bestimmenden Kriterien der Gruppen, und verrathen eine auffallende Harmonie zwischen dem Entwicklungsschema der Gliederthiere und Rückgrathiere, insofern auch bei jenen der Hauptgegensatz, von dem constanten Numerus der Brustkastenringe hergenommen, unmittelbar in die Crustaceen hineinfiel, und dadurch die eine Hälfte derselben mehr den Arachniden und Insekten, die andere mehr den Würmern angeschlossen. In den Arachniden, welche als Landgliederthiere den Säugethieren zu parallelisieren sind, wiederholen sich homonome Formen als Wurmgestalten gerade so, wie sich die Walffische als Fischformen unter den Säugethieren einstellen, und die auffallende Differenz in der Metamorphose bei den ächten Insekten läßt sich ohne Schwierigkeit auf die verschiedene Entwicklung der Vögel, welche sich in den Nestflüchtern und Nesthöckern darstellt, zurückführen. Denn so wie hier eine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Erziehungsarten der Jungen fehlt, so fehlt sie auch zwischen der unvollkommenen und vollkommenen Metamorphose. Und doch muß man jenes wie dieses Verhältniß als systematisches Moment benutzen. Es ist unmöglich, alle diese interessanten Beziehungen hier weiter zu verfolgen, ich werde dies an einem andern Orte besser versuchen können, wo es meine Aufgabe mir gestatten wird, mehr als jetzt in die Tiefen der Wissenschaft einzugehen. Mag also diese Andeutung genügen, meinen Lesern einen kleinen Vorgeschnack von den Untersuchungen zu geben, womit eine combinirende Darstellung des wissenschaftlichen Inhaltes der Zoologie, eine rationelle Auffassung dieser Wissenschaft, sich zu beschäftigen hat. Wir wenden uns zu einer kurzen Betrachtung des Inhaltes jeder einzelnen Klasse der Rückgrathiere.

Die Fische (Pisces) zeigen als wichtigste Differenz ihres Baues einen auffallenden Unterschied in der Härte ihres Skelets, das nicht immer zu wirklicher Knochensubstanz sich gestaltet, sondern in vielen Fällen eine völlige oder theilweise knorpelige Beschaffenheit beibehält. Darnach unterscheidet man Knochenfische (Osteacanthi) und Knorpelfische (Chondracanthi). Allein auch hierin giebt es noch manche Mittelstufen, welche eine scharfe Grenze, die zwischen den reinsten Darstellungen der Differenzen obzuwalten scheint, bei der systematischen Eintheilung unmöglich machen. So bleiben z. B. am Schädel der Knochenfische die Nähte zwischen den einzelnen Kopfknochen immer sichtbar, fehlen aber den Knorpelfischen, weil es bei ihnen gar keine isolirten Belegknochen giebt, sondern die ganze ursprünglich knorpelige Schädelkapsel homogen verknöchert ist. Treten nun Fische auf,

welche zwar ein knochenhartes Skelet, aber keine isolirten Schädelknochen besitzen, wie ein solcher Fall bei den *Pectognathen* vorkommt, so verbinden sie Charaktere beider Hauptgegensätze in sich und erschweren dadurch die scharfe Trennung. Indes scheinen sie nicht bloß darin, sondern auch in anderen Punkten, mehr zu den Knorpelfischen als zu den Knochenfischen hinzuneigen, indem auch ihre Rippen, die den Knorpelfischen immer fehlen, sehr klein und unvollkommen sind, oder ganz ausbleiben. Selbst gewisse andere Fische, wie z. B. der *Hecht*, welcher entschieden den Knochenfischen angehört, haben mehrere knorpelige Schädelknochen, und verbinden dadurch die Charaktere beider Gruppen. Weniger über ihn, als über die erwähnten *Pectognathen*, bestehen unter den Naturforschern Meinungsverschiedenheiten, ob sie zu den Knochenfischen oder Knorpelfischen gehören; weil indes das gesammte Aeußere ihres Baues mehr mit dem der Knochenfische als mit dem der Knorpelfische harmonirt, so möchte es gerathener sein, sie zu den Knochenfischen zu stellen. Aber auch abgesehen davon, ist die Gruppe der *Osteacanthen* bei weitem die zahlreichere und bedarf ganz besonders einer ferneren Eintheilung, welche bei ihrer großen allgemeinen Uebereinstimmung höchst schwierig ist. *Cuvier* wählte als Theilungsprincip den Bau der Flossenstrahlen, ob sie aus einfachen Stacheln bestehen (*Stachelfloßer*, *Acanthopterygii*) oder aus gegliederten, zerstückelten Strahlen (*Weichfloßer*, *Malacopterygii*); allein diese Wahl gewährt sicher keine natürlichen Anhaltspunkte, wie die nähere Untersuchung bald lehrt. Finden sich doch in der Regel beide Flossenstrahlen an demselben Fische. *Linne* benutzte, wie es scheint mit besserem Erfolg, die Stellung der Brust- und Bauchflossen, welche die Repräsentanten der wahren Gliedmaßen sind, und gewiß durch ihre Lage Einfluß auf den Bau des Thieres ausüben werden. Man trifft sie bei der normalsten Entwicklung des Fischtypus am vorderen oder hinteren Ende der Rumpfhöhle, und nennt jene deshalb Brustflossen, diese Bauchflossen. Fische, bei denen sie diese Stelle wirklich einnehmen, nannte *Linne* Bauchfloßer (*Abdominales*). Rücken dagegen die Bauchflossen nach vorn, bis sie unter die Brustflossen kommen, so entstehen die Brustfloßer (*Thoracici*); rücken sie noch mehr vorwärts an die Kehle, so erhält man die Kehlfloßer (*Jugulares*); fehlen sie, die *Kahlbäucher* (*Apodes*). Als eine fünfte Gruppe ließen sich dann die Formen ohne alle paarigen Flossen ansehen. Allein auch diese Eintheilung hat in der Natur keine sichere Stütze, weil es in einer und derselben Familie mehrere Stellungsverhältnisse, namentlich die drei ersten, z. B. bei den *Barschen*, giebt; woraus folgt,

daß sich Hauptgruppen darnach nicht bestimmen lassen. Man suchte deshalb nach anderen Eintheilungsmomenten, und Agassiz fiel zuletzt auf die Schuppen, mit denen die Oberfläche der Fische, einzelne Ausnahmen, wie z. B. bei den Welsen, abgerechnet, bedeckt zu sein pflegt. Die Schuppen sind Knochen, welche in Taschen der Oberhaut stecken und dadurch festgehalten werden, jedoch häufig mit ihren scharfen Spitzen und Rändern die Haut der Tasche durchschneiden, und dann nackt hervorragen. Nach der Form dieser Schuppen und ihren Beziehungen zur Haut setzt der genannte, um die Kenntniß fossiler Fische zumal höchst verdiente Naturforscher folgende vier Gruppen fest: 1. Placoides, die Hautknochen bilden ungleiche unzusammenhängende Haufen verschieden gestalteter Körper, die mehr oder weniger stachelartig sich zu erheben pflegen und oft von sehr geringer Größe sind. 2. Ganoides, die Schuppen sind regelmäßige viereckige Platten, welche aus abwechselnden Horn- und Knochenlagen bestehen und einen emailartigen Ueberzug haben; sie sind hart wie die Zähne, denen sie auch im Bau gleichen. 3. Ctenoides, die gleichförmigen Schuppen bestehen aus übereinander liegenden Knochenplatten, deren hinterer freier Rand fahmartig gekerbt ist; die neu entstehenden unteren Platten ragen über die früheren mit ihren Rändern hervor. 4. Cycloides, Schuppen von dem Bau der vorigen, ohne gekerbten Rand, mit verschiedenen Skulpturen auf der Oberfläche. — Bei dieser Eintheilung wird natürlich die Skelettbildung nicht berücksichtigt, und Knorpelfische erscheinen neben Knochenfischen, wie es ihre Schuppenbildung fordert. Der Umstand zeugt gegen die Anwendbarkeit der Schuppen als obersten Eintheilungsgrundes einer naturgemäßen Anordnung, und erlaubt es nicht, sie anders als bei der Bildung untergeordneter Abtheilungen in Anwendung zu bringen. Ein Fundamentalcharakter zur Scheidung der Fischfamilien blieb also noch zu suchen, scheint aber jetzt durch Müller im Bau des Arterienstiels am Herzen ermittelt zu sein. Aus der fleischigen Herzkammer aller Fische entspringt nach vorn eine Arterie, welche das Blut in die Kiemen führt, und an ihrem Anfange unmittelbar vor der Herzkammer mehr oder weniger erweitert ist. Wegen des allermeist zwiebel förmigen Ansehens der Erweiterung hat man sie Aortenzwiebel (*bulbus Aortae*) genannt. Alle ächten Knochenfische haben einen solchen zwiebel förmigen Aortenstiel, dessen dicke Wand aus elastischen Fasern besteht, und dessen innere Höhle durch zwei große Klappen vom Raum der Herzkammer gesondert wird. Die ächten Knorpelfische besitzen dagegen einen länglich kegelförmigen Arterienstiel mit muskulösen Fasern in seiner Wandung und mehreren Klappenreihen auf der

Innenseite neben einander. Durch eine solche wichtige Differenz wird offenbar der Unterschied, den die Verknöcherung des Skeletes schon andeutet, vermehrt, die Trennung der Knorpel- und Knochenfische also nur gesteigert. Allein es wird auch andererseits ihre scharfe Absonderung durch eine Gruppe von Fischen vermittelt, welche den Arterienstiel der Knorpelfische mit dem harten Skelet der Knochenfische in sich verbindet. Eben diese Fische sind die einzigen noch lebenden Ganoiden mit rhombischen, emallirten Schuppen, und sie wären also die spärlichen Repräsentanten eines in früherer Zeit vorzüglich zahlreichen mittleren Fischtypus, mit welchem gewisse lebende Knorpelfische, die Störe, schon wegen des freien Kiemendeckels am allermeisten verwandt zu sein scheinen. Folgen wir nun dem angedeuteten Fundamentalcharakter im Bau des Arterienstieles, so erhalten wir nach ihm zwei Hauptfischgruppen, von denen jede wieder in zwei größere Abtheilungen zerfällt. Die Fische mit zwiebelartigem Arterienstiel und zwei Klappen umfassen nämlich nicht bloß die ächten Knochenfische, sondern auch einige Fische mit ganz knorpeligem Skelet, deren Mundöffnung rundlich geformt ist, als Saugscheibe dient und keine wahren Kiefer enthält. Alle diese Fische haben keinen Kiemendeckel, sechs Paar Kiemen statt der bei allen anderen Fischen üblichen vier Paar, keine paarigen Flossen, keine Schuppen oder überhaupt Bedeckungen, und keine besonders verdickte elastische Wandung im Arterienstiel. Sie bilden nach allen diesen Charakteren die unvollkommenste Abtheilung der Fische, und schließen sich in mancher Hinsicht an den einfachsten der Fische, den ganz herzlosen *Amphioxus lanceolatus* (oder *Branchiostoma lumbricum*), mit welchem man die Reihe der Fische und der Rückgrathiere überhaupt beginnen muß. Wegen ihrer runden Mundöffnung hat man sie *Cyclostomen* genannt. Daran reihen sich, ihrer Herzbildung zu Folge, die ächten Knochenfische (*Teleostei*) mit elastischem Arterienstiel, zwei Klappen an seiner Mündung, querer, von wahren Kieferknochen unterstützter Mundöffnung, freiem Kiemendeckel, vier Paar freien Kiemen, einer unpaarigen, gewöhnlich vorhandenen Schwimmblase und gleichmäßigen Schuppen, die entweder den *Stenoiden* oder den *Zykloiden*-Charakter besitzen, sehr selten aber (bei den *Welsen*) ganz fehlen. Zu den Kammschuppen, die größtentheils Stachelflosser sind, gehören die Barsche (*Percoides*), Klippfische (*Squamipennes*), Sciaänen, Sparoiden, Trigloiden und Schollen (*Pleuronectoides*); in den Kreisschuppen reihen sich die Aale (*Muraenoides*), Gründlinge (*Gobioides*), Lippfische (*Labroides*), Thunfische (*Scomberoides*), Dorfische (*Gadoides*), Haringe (*Clupeacei*), Lachse (*Salmonei*), Hechte (*Esocei*) und Karpfen (*Cyprinei*)

an einander, zu denen sich auch am besten noch die unbekleideten oder von großen Knochenschildern bedeckten Welse (Silurini) gesellen. Ferner stehen den genannten, reiner typischen Familien die Pectognathi und Lophobranchiati. Erstere, schon früher als eigenthümlicher organisirte Fische erwähnt, haben zwar die Herz- und Knochenbildung der Teleostier, aber weder deren Schuppenkleid, noch deren weite Kiemenöffnung, auch nie Bauchflossen, keine Rippen, ungetrennte Kopfknochen nebst verwachsenen Zwischen- und Hauptkieferknochen, stellen also in vieler Beziehung eine mehr abweichende Untergruppe dar. Schon ihre Körperform ist ganz eigenthümlich, theils vierkantig-kofferförmig (bei Ostracion), theils blasig-bauchig (bei Diodon), mitunter (bei Orthroriscus) sogar schwanzlos. In mancher Beziehung läßt sich dasselbe von den allermeist langgestreckten Lophobranchiern, deren Kiemenzacken abgestutzten Troddeln gleichen, behaupten; auch ihnen fehlt ein Schuppenkleid, aber dünne kantige Schilder vertreten seine Stelle; ein schnabelförmiger verlängerter Kopf erhöht ihre Eigenheiten. — Mit ihnen, gleichviel, ob wir sie zu oberst, oder wie ich lieber möchte, zu unterst stellen, endet der besprochene Herzbau und die erste Hauptgruppe der Fische. Die zweite Hauptabtheilung, an dem früher besprochenen muskulösen Arterienstiel und den mehrfachen Klappenreihen kenntlich, zerfällt in die Ganoiden und Glasmobranchier. Der einzige ausschließliche Charakter, welcher neben dem Arterienstiel die Ganoiden bezeichnet, liegt in den freien, gewöhnlich von einem knöchernen Kiemendeckel geschützten Kiemen; im Uebrigen zeigen sie theils ein knochenhartes Skelet und rhombische emaillirte Schuppen, wie Polypterus und Lepidosteus; theils knorpeliges Skelet und gar keine Schuppen, sondern unvollkommen an einander gefügte Schilder, wie der Stör (Acipenser), oder gar keine Bedeckungen bei gleicher Skeletbildung, wie Spatularia. In dieser Gattung ist der Haifischtypus vorgebildet. — Die Glasmobranchier sind wahre Knorpelfische mit querer Mundöffnung, deren Kieferknochen emaillirte, bewegliche, rautenförmige oder dreieckige Zähne tragen und deren Kiemen mit ihren äußeren Rändern an die Haut angewachsen, aber nicht mittelst eines Kiemendeckels geschützt sind. Durch fünf Kiemen-spalten, welche zwischen und neben den vier Kiemen jeder Seite die Haut durchbohren, fließt bei ihnen der respiratorische Wasserstrom ab. Sie haben nie eine Schwimmblase, die selbst noch den Ganoiden zukommt, und legen große, viereckige, lederschaalige Eier, welche vor dem Legen befruchtet und öfters selbst im Mutterleibe ausgebrütet werden. Alle anderen Fische, auch die Ganoiden, laichen, d. h. sie legen zahlreiche, kleinere, kugelförmige,

schaalenlose Eier, welche in der Regel erst nach dem Ablegen von dem Männchen aufgesucht und an besondern Brutstellen befruchtet werden. Dennoch giebt es auch unter diesen Fischen lebendige Junge gebärende, wie z. B. die sogenannte Alalmutter (*Blennius viviparus*). Die *Clasmobranchier* sind nie von Schuppen, wohl aber mit Schildern, Stacheln oder Kalkpunkten in der Haut bedeckt, haben immer vier paarige Flossen in abdominaler Stellung und zerfallen in Haiartige (*Squalini*) und Rochen (*Rajacei*), die sich am leichtesten durch die dort freien, hier angewachsenen Brustflossen unterscheiden lassen.

Die Klasse der Amphibien oder Lurche (*Amphibia*) hat kaum eine andere typische Uebereinstimmung als die schon erwähnte höhere Entwicklung der Gliedmaßen, welche immer von wahren geschlossenen Gürteln ausgehen, und die früher angedeuteten Unterschiede von Oberglied, Mittelglied und Endglied besitzen, falls sie überhaupt soweit vorhanden sind, um als Gliedmaßen benutzt zu werden. Dazu gesellen sich das kalte Blut, die unvollständig geschiedenen Herzkammern, eine ächte Lunge, die Gelenkung am Hinterhaupt und die Kloakenbildung; Momente, die vereint weder bei Fischen noch bei Vögeln angetroffen werden. In sich aber stellen die Amphibien zwei große Gegensätze dar, welche wir schon früher als nackte und bedeckte Amphibien kennen gelernt haben. — Die nackten folgen in der Anlage des Skelets mehr den Fischen, haben jedoch einen doppelten Gelenkkopf am Hinterhaupt, keinen knöchernen Kiemendeckel, selbst wenn sie beständig durch Kiemen athmen, die allen in der ersten Zeit nach der Geburt zukommen. In eben diesem Stadium zeigen sich keine Extremitäten, erst nach der Zeit beginnen sie sich zu bilden. So lange leben alle diese Amphibien im Wasser, und besitzen eine glatte schleimige Oberhaut ohne Schuppen und Hautknochen anderer Art: sie behalten dieselbe auch nachdem sie das Wasser verlassen haben, und besuchten sie mit dem Sekret zahlreicher Hautdrüsen. Alle laichen, nach Art der Knochenfische, legen also viele schaalenlose Eier, die einige im Bauche ausbrüten, andere dem feuchten Element zur Entwicklung sofort übergeben. Eine fußlose, schlangenförmige Gattung (*Caecilia*) mit vergänglichen Kiemen und concaven Berührungsflächen der Wirbelkörper beginnt die Reihe. Dann folgen die Gattungen mit bleibenden Kiemen oder Kiemenpalten (*Ichthyodea*), die theils bloß vorn (*Siren*), gewöhnlich auch hinten Gliedmaßen besitzen, und mit eben solchen concaven Wirbelkörpern versehen sind. In beiden Beziehungen schließen sie sich an die Knochenfische an. Bei *Amphiuma* und *Menopoma* sind die Kiemen versteckt; bei *Hypochthon*, *Menobranchus* und

Stegoporus äußerlich sichtbar. Die meisten dieser Thiere bewohnen die Seen Nordamerikas und Mexikos, der Olm (*Hypochthon anguineus*) die Adelsberger Grotte am Wege von Laibach nach Triest. Große Menopomen entdeckte man in Japan. Mit ihnen war der vermeintliche Mensch Scheuchzer's aus dem Deninger Stinkfalk (S. 276) am verwandtesten. Die nackten Amphibien mit vergänglichen Kiemen neben allmählig sich bildenden Gliedmaßen (*Batrachia*) haben theils einen Schwanz und vorn concave, hinten concave Wirbelförper (*Salamandrina*), theils Wirbelförper mit umgekehrter Form ihrer Endflächen, also vorn concave, hinten convexe, und keinen Schwanz (*Ecaudata*); jene bekommen die Vorderfüße zuerst, diese die hinteren, und ihre Jungen heißen dann Kaulquappen. Frösche und Kröten gehören als allgemein bekannte Formen hierher. — Die bedeckten Amphibien sind schon mehrmals nach ihren wesentlichen Eigenschaften bezeichnet worden: Wirbelförper mit ebenen oder vorn concaven, hinten converen Berührungsflächen, die theilweis oder sämtlich (bei den Schlangen) durch Gelenkung an einander hängen, eine mehr gekrümmte Schädelbasis, ein einfacher Gelenkkopf unter dem Hinterhauptslotz, ein beweglicher Paukenknochen, feste Hornbedeckungen, die von Knochenplatten in der Haut selbst unterstützt werden, eine vollkommene Scheidewand zwischen den Herzkammern, mangelnde Metamorphose nach der Geburt und hartschaalige Eier von relativ größerem Umfange aber geringerer Zahl gehören zu den wichtigsten Eigenthümlichkeiten dieser Gruppe. Sie zerfällt am augenfälligsten nach der Kloakenbildung in zwei Gruppen. Die Einen haben angewachsene Zähne, eine große quere Kloakenöffnung und darin zwei getrennte Oeffnungen der Genitalien (also auch zwei Ruthen), ein gleichmäßigeres Schuppenkleid mit kleineren Hautknochen, und eine schwankende Fußbildung. Hierher gehören die Schlangen (*Ophidia*) und Eidechsen (*Sauria*): erstere an den unverbundenen Unterkieferhälften, dem Mangel der Augenlider, des Brustbeins und aller äußeren Extremitäten kenntlich; letztere an den verwachsenen Unterkieferhälften, dem anwesenden Brustbein und der ziemlich allgemeinen Anwesenheit von Augenlidern und äußeren Extremitäten. Die Andern besitzen eine runde Kloakenöffnung, eine einfache Ruthe, plattenförmige Hornschilder, große erweiterte Hautknochen am Rumpfe, ein Brustbein, stets vollkommene Gliedmaßen mit vier bis fünf Zehen, und Augenlider. Bei den Crocodilen sind die Hautknochen des Rumpfes nicht verwachsen und die Kiefer mit eingefeilten Zähnen besetzt, bei den Schildkröten fehlen die Zähne, und die Hautknochen des Rumpfes verwachsen unter sich, wie mit dem Skelet, zu einem

bloß vorn und hinten offenen Panzer. Unter ihnen trifft man auch einige ausschließliche Pflanzenfresser, alle anderen Amphibien leben nur von thierischer Nahrung. —

Die allgemeinen Eigenschaften der Vögel (*Aves*), mit denen wir das Reich der warmblütigen Rückgratthiere beginnen, sind zu augenfällig, als daß ich nöthig hätte, bei ihnen lange zu verweilen. Eine von ästigen Horngebilden oder Federn bekleidete Haut, Riefer mit Hornüberzügen, wie bei den Schildkröten, zu Flügeln umgeformte vordere Extremitäten, bloß mit den Zehen auftretende hintere und die daraus hervorgehende geneigte Stellung der Wirbelsäule, gehören zu den wesentlichsten Eigenschaften der Vögel. Versteckter ist die Verbreitung häutiger Röhren in die Knochen, welche von der Nase und Lunge aus Luft in dieselben führen und dadurch den Vogelförper so leicht machen. Durch diesen pneumatischen, mitunter bis in das Zellgewebe der Haut sich erstreckenden Apparat sind die Vögel überall, oder doch größtentheils, in ihrem Inneren mit Luft versehen. Sie haben ferner eine runde Kloakenöffnung, in der Regel bloß einen (den linken) Eierstock, keine Scheidewand zwischen Brust- und Bauchhöhle, keine Zähne, keine Ohrmuscheln, aber stets Augenlider, sogar ein drittes innerstes, die Nickhaut. Zu den wichtigsten Eigenheiten des Skelets gehören: der bewegliche Paukenknochen, welcher auch den Fischen und vielen Amphibien zukommt; der einfache Gelenkkopf am Hinterhaupt; das breite, in der Regel mit einem Kamm versehene Brustbein; das offene Becken: Verhältnisse, von denen nur der Strauß eine Ausnahme macht; die innig verwachsenen Rückenwirbel und die durch Gelenkung verbundenen concavconveren Halswirbel. Die Vordergliedmaßen haben immer drei Zehen, die hinteren beim Strauß allein zwei, bei mehreren anderen Vögeln drei, gewöhnlich aber vier, von denen drei nach vorn und eine nach hinten, seltner zwei nach vorn und zwei nach hinten gewendet sind. Alle Vögel besitzen Nägel am Ende der Zehen. Wenige kalkschaalige Eier, welche bebrütet werden, zeichnen auch in dieser Organisationsphäre die Vögel aus. Nach der Art und Weise, wie sie das Ei verlassen und aufwachsen, theilt man sie wohl am besten ein. Die Nestflüchter haben ein haariges Nestkleid und gleich nach der Geburt offene Augen; sie können allein fressen, wenn auch nicht immer, wegen der hohen Lage, das Nest sofort verlassen. Schwimmvögel, Sumpfvögel, beide durch nackte Unterschenkel und die Eigenschaft, ihre Beine beim Fluge nach hinten zu strecken, ausgezeichnet, gehören hieher; dann die Strauße und Kasuare, denen die Schwungfedern im Flügel und damit das Flugvermögen mangelt, endlich die

Hühner, eine weit verbreitete, ökonomisch so wichtige Gruppe. Die Abtheilung der Nesthocker, deren Junge gar kein oder ein zarteres schwächeres Nestkleid mit auf die Welt bringen, zum Theil geschlossene Augen bei der Geburt haben, nie das Nest sofort verlassen und von ihren Aeltern wahrhaft gefüttert werden, umfaßt die Tauben, Klettervögel mit zwei Zehen nach vorn und zwei nach hinten, Singvögel oder Passerinen, welche die zahlreichsten aller Vögel sind und mindestens zwei Fünftel der ganzen Klasse enthalten, endlich die Raubvögel, zu denen zwar die kräftigsten und stärksten, aber weder die schönsten noch die größten Vögel der Erde gehören. Ihre Eigenthümlichkeit ist besonders in den starken hakigen Schnäbeln und den großen gebogenen spitzen Krallen ausgeprägt.

Die letzte zwölfte Klasse des Thierreiches bilden die Säugethiere (Mammalia), eine sehr mannigfach gestaltete und in sich, gleich den Amphibien, differente Gruppe, bei welcher der allgemein gültigen Eigenschaften nur wenige gefunden werden. Osteologisch ausgezeichnet sind sie durch den unbeweglichen Oberkiefer, das fest in den Schädel eingedrückte Paukenbein, den häufigen Mangel der unteren hinteren, oder beider unteren Quadranten des Schultergürtels, das schmale Brustbein, die doppelten Gelenkhöcker am Hinterhauptsloch, die stets (doch mit Ausschluß der beiden ersten) durch Verknoorpelung an einander gehefteten Wirbelkörper mit ebenen Gelenkflächen, die constante Zahl von sieben Halswirbeln, und den kräftigen, unten in der Regel geschlossenen Beckengürtel, dessen fast vollständiger Mangel, zugleich mit der hintern Extremität, die Walvische charakterisirt. Zu den wichtigsten Eigenheiten der weichen Theile gehört die Anwesenheit einer muskulösen Scheidewand (des Zwerchfells) zwischen Brust- und Bauchhöhle; der Apparat zur Entwicklung der Eier (Gebärmutter), und das Auftreten Milch absondernder Organe, mit deren Produkt die gebornen Jungen von der Mutter gesäugt werden. Ihre Stellung an der Bauchseite des Rumpfes giebt wichtige Fingerzeige über die organische Dignität und ist systematisch von Belang. Die meisten Säugethiere haben eingekielte Zähne von verschiedener Form und Bildung, frei bewegliche Augenlider, äußere Ohrmuscheln, ein allgemeines Haarleid, hornige Ueberzüge an den Zehenspitzen (Nägel), und einen frei über das Ende der Rumpfhöhle hervorragenden Schwanz von beträchtlicher Länge. — Wiewohl die Säugethiere eigentlich die Landthiere unter den Rückgratthieren sind, so schließen sich doch mehrere sehr innig an das Wasser, und modificiren dadurch ihren Typus zu fischartigen Formen. Diese bilden die niedrigste Abtheilung der Klasse, welche man nach ihren Gliedmaßen Flossensäugethiere (Pinnata)

genannt hat. Ihnen folgen die eigentlichen typischen Säugethiere in zweifacher Darstellung als niedere und höhere Entwicklungen des Typus. Zene sind die Huftiere (Ungulata), ausgezeichnet durch größere Dimensionen, ein einfaches Haarkleid, schuhförmige Nägel oder Hufe, mit denen sie fast allein den Boden berühren, und herbivore Nahrung; diese bezeichnet man als Krallenthiere (Unguiculata) und erkennt sie an den durchgehends kleineren Dimensionen, dem doppelten aus Grannen und Wolle bestehenden Haarkleide, den seitlich comprimierten Krallen oder flachen Plattnägeln, dem Auftreten mit einer schwieligen Sohle, die theils unter den Zehen allein (Zehengänger, Digitigrada), theils unter dem ganzen Fuße (Sohlengänger, Plantigrada) liegt, und der bald gemischten omnivoren, bald streng carnivoren, bald herbivoren Nahrung. Die gebornen Jungen jener können laufen, haben offene Augen und ein Haarkleid; bei den Krallensäugethieren sind die Jungen gleich nach der Geburt unbeholfen und in der Regel blind und nackt. — Die Pinnaten, deren Junge dem Typus der Huftiere folgen, zerfallen in Zweiflosser (Bipinnata), bei welchen die hintere Extremität mit dem Beckengürtel fehlt, und in die Vierflosser (Quadrupinnata s. Pinnipedia), denen die hintere Extremität zukommt. Zene enthalten die ächten Walfische mit Barteln statt der Zähne, und die Delphine nebst den Pottfischen, denen wirkliche Zähne zukommen; beide besitzen eine ausgeschnittene wagrechte Fischflosse am Ende des Schwanzes; ferner die Sirenen, mit Zähnen, einfacher oder mondformiger Schwanzflosse und vorn an der Brust befindlichen Milchdrüsen. Zene fressen thierische Nahrung, diese pflanzliche. Die Vierflosser bestehen aus dem Walroß mit Stoßzähnen und stumpfen Backzähnen, und aus den Phokas oder Seehund mit scharfen Eckzähnen und zackigen Backzähnen. Beide sind behaart, die Bipinnaten ganz oder größtentheils nackt. Die Huftiere werden von den vielhufigen Dickhäutern, wohin Elephant, Miltzperd, Nashorn und Schwein gehören; den zweihufigen Wiederkäuern, als Rindern, Schafen, Antilopen, Hirschen und Kameelen, und dem einhufigen Pferd mit seinen sechs verschiedenen Arten in der jetzigen Schöpfung dargestellt. Mannigfaltiger ist die Reihe der Unguiculaten. Gruppen ohne alle Zähne, oder wenigstens ohne formelle Differenz des Zahnbaues (Edentata), machen den Anfang. Die sonderbaren Schnabelthiere (Ornithorhynchus und Echidna), die Ameisensfresser (Myrmecophaga), Schuppenthiere (Manis), Gürtelthiere (Dasypus) und Faulthiere (Bradypus) gehören dahin. Ihnen folgen die mit scharfen meißelförmigen Schneidezähnen versehenen, aber der Eckzähne beraubten Nagethiere (Glires); die zahl-

reichste, überall verbreitete Gruppe, in welcher Hasen, Meerfchweinchen, Stachelschweine, Biber, Ratten, Mäuse, Murmelthiere und Eichkätzchen die bekanntesten Formen sind. Eine höchst merkwürdige, durch regelmäßige Frühgeburten ausgezeichnete Gruppe, Beuteltiere (Marsupialia) genannt, schließt sich ihnen einerseits, wie andererseits der folgenden Gruppe an, und findet sich zur Zeit bloß in Neuholland, auf den benachbarten Inseln und in Amerika. Ihre nächsten Verwandten sind die Raubthiere (Ferae) mit scharfen hakigen Eckzähnen und spitzackigen Backzähnen. Bären, Fischottern, Marder, Zibethkätzchen, Hunde, Hyänen und ächte Katzen bilden den Inhalt der typischen, durch sechs Schneidezähne in beiden Kiefern ausgezeichneten Gruppe, welcher sich als Uebergangsglied die Gruppe der Insektenfresser, mit schwankenden Schneidezähnen und Schlüsselbeinen, die allen ächten Raubthieren fehlen, anreihet. Maulwürfe, Spitzmäuse und Igel stellen sie dar. Dann kommen die Fledermäuse, eine zahlreiche, durch die zu Flugorganen umgebildeten vorderen Gliedmaßen ausgezeichnete Gruppe, deren Gebiß dem der Raubthiere sich nähert. Sie besitzen zuerst allgemein bloß zwei Milchdrüsen an der Brust und werfen ein Zunges. Dadurch stehen sie den Affen und selbst dem Menschen näher. Affen haben vier handförmige Extremitäten mit frei beweglichen Daumen, wenigstens an den hinteren, und Schlüsselbeine; allein theils ein Gebiß nach Art der Insektenfresser, und heißen dann Makis (Lemures), theils ein omnivores Gebiß mit stumpfhöckerigen Backzähnen nach der Weise des Menschen; das sind die ächten Affen (Simiae *Lin.*). Von ihnen unterscheidet sich der Mensch seinem Körperbau nach durch die größere Entwicklung des Gehirns, den zum aufrechten Gang bestimmten Bau des Knochengestüßes, die stärkere Entwicklung des Beckens, und die auffallende typische Differenz in der Anlage beider Extremitäten. Denn bei letzteren ist die vordere allein wahre Hand, die hintere nie; während von den vier Händen des Affen gerade umgekehrt die hintern allein immer Hände sind, die vorderen mehr den Pfoten gleichen, ja öfters gar keine Daumen haben. Die intellektuelle Anlage und die Fähigkeit der Selbstbetrachtung, deren das Thier unfähig ist, erhebt ihn dann weit über alle anderen Geschöpfe und macht ihn eben so zum Herrn der organischen Natur, wie das sittliche Grundprinzip seines Handelns zum Ebenbilde Gottes. —