

HANDBUCH DER ANATOMIE
DES MENSCHEN

Skelettlehre.

Abteilung I. Allgemeines. Wirbelsäule. Thorax.

Von

Prof. Dr. J. Disse

in Marburg.

Mit 69 Abbildungen im Text.

Handbuch der Anatomie.

Herausgegeben von

Prof. Dr. Karl von Bardeleben.

Erster Band. Erste Abteilung.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer

1896.

Einleitung.

Den denkenden Beobachter der belebten Natur interessieren die lebenden Wesen in doppelter Hinsicht; er berücksichtigt bei ihrer Betrachtung vorwiegend den Bau, oder aber die Leistungen. Die Lehre von den lebenden Organismen, die Biologie, behandelt die Ergebnisse beider Betrachtungsarten als gleichberechtigte Disciplinen; sie zerfällt in die Lehre vom Bau der Organismen, die Morphologie, und in die Lehre von den Verrichtungen derselben, die Physiologie.

In ihrer ganzen Mannigfaltigkeit erscheinen die Leistungen erst bei Organismen, die auf einer bestimmten Entwicklungsstufe angekommen und fertig ausgebildet sind; die Physiologie zieht in den Kreis ihrer Untersuchungen hauptsächlich die vollständig entwickelten, fertigen Individuen.

Die Betrachtung der Form eines beliebigen Organismus ist aber mit der Untersuchung des fertig ausgebildeten Zustandes nicht erschöpft. Der Bau desselben ändert sich während des Lebens in gesetzmäßig bestimmter Weise; das Individuum beginnt sein Dasein mit einer sehr einfachen Form, und diese ändert sich, vom Einfachen zum Zusammengesetzten fortschreitend, während der ersten Lebenszeit beständig um. Ein ganzer Formenkreis wird von einem und demselben Organismus in gesetzmäßiger Aufeinanderfolge durchlaufen, bis die endgiltige Form erreicht ist. Die Vorgänge, die den Organismus aus dem einfachen Zustand in den endgiltigen überführen, bezeichnen wir als die „Entwicklung“ desselben; sie sind, je nach dem Aufbau des fertigen Organismus, einfacher oder komplizierter. Die Untersuchung der Entwicklung des Organismus gehört notwendig zu der Untersuchung seines Baues im fertigen Zustande hinzu; die endgiltige oder Schlußform wird durch die bei der Entwicklung sich folgenden Formenreihen bestimmt.

Indem also die Morphologie, von der Untersuchung fertiger Formen ausgehend, das Werden derselben für jedes Individuum verfolgt, zerfällt sie in zwei Zweige: die Lehre von den fertigen Formen nennen wir Anatomie, die Lehre von der Ausbildung der Formen heißt Entwicklungsgeschichte.

Da die Organismen in zwei große Gruppen zerfallen, Tiere und Pflanzen, so giebt es eine Morphologie der Tiere und eine Morphologie der Pflanzen; die tierische Morphologie wiederum, ebenso die der Pflanzen, zerfällt in so viel Unterabteilungen, als es Gattungen, Kreise gleich gebauter und in gleicher Weise sich entwickelnder Individuen, giebt.

Die anatomische Untersuchung einer bestimmten Gattung ist nun entweder allgemein oder sie ist speciell anatomisch. Allgemein anatomisch wird sie genannt, wenn sie das Material berücksichtigt, aus dem die einzelnen Teile bestehen, und wenn sie dieses hinsichtlich seiner Zusammensetzung, seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften, seiner Bildung und Rückbildung untersucht. Dabei sieht diese Betrachtungsweise ab von den speciellen Formen, in welche das Material geprägt ist; sie faßt aber das in den verschiedenen Teilen des Organismus zerstreut vorkommende, gleichartige Baumaterial in Gruppen zusammen. Derartige Gruppen nennen wir „Gewebe“; jedes Gewebe ist hervorgegangen aus ähnlich geformten und gleichartig erscheinenden Elementarteilen, und es führt uns die allgemein-anatomische Betrachtung jeder Gattung schließlich auf die Elementarteile und die Gewebe, die in dieser Gattung sich finden.

Anders verfährt die speciell-anatomische Untersuchung. Von der übersichtlichen Betrachtung der Funktionen ausgehend, sucht sie diejenigen Unterabteilungen des Organismus, die diesen Funktionen vorstehen, und zerlegt sie weiter in bestimmt geformte, zu einer selbständigen Leistung befähigte Teile, die Organe. Das erste, was die speciell-anatomische Untersuchung uns zeigt, sind die zu einer speciellen Funktion vereinigten Organverbände; es heißen diese auch „die Systeme des Organismus“ und daher führt die specielle Anatomie auch den Namen „systematische Anatomie“. Nicht nur die Form des Organs im ganzen, sondern auch der Bau desselben im einzelnen unterliegt der speciell-anatomischen Untersuchung; dabei kommt sie auf die Gewebe, welche zu dem betreffenden Organ verbunden sind.

Es liefert also die speciell-anatomische Untersuchung das Material, das von der allgemein-anatomischen Betrachtung weiter verwertet wird; und der Zeit nach ist die specielle Untersuchung der allgemeinen vorausgegangen. Eine ausreichende Vorstellung vom Bau eines beliebigen Organismus giebt selbstredend nur die Vereinigung beider Betrachtungsarten, der allgemein- und der speciell-anatomischen.

Es muß die speciell-anatomische Betrachtung nicht notwendig eine systematische sein; sie kann auch topographisch verfahren. Dabei geht sie nicht von der möglichen Zerlegung in die Organsysteme aus, sondern von der äußerlich wahrnehmbaren Gliederung des Organismus.

Diese läßt den Stamm von den Extremitäten unterscheiden; sie zeigt am Stamm selbst eine Unterabteilung in Kopf, Hals, Rumpf, und an jeder dieser Abteilungen wieder grenzt sie bestimmte Gegenden ab. Auf topographischer Betrachtungsweise beruht die Orientierung am lebenden Organismus; sie lehrt weiter den Aufbau eines bestimmten Körperabschnittes verstehen und zeigt, wie die einzelnen Organe, obgleich verschiedenen Systemen angehörend, in

einer gegebenen Gegend sich anordnen und wie sie aneinandergrenzen. Die Kenntniss von den Proportionen der einzelnen Teile, von ihren Lageveränderungen im Laufe des Wachstums, ist ebenfalls auf topographischer Betrachtung begründet. Die Anschauungen, die die systematische Untersuchung liefert, müssen der topographischen Betrachtung zu Grunde liegen, aber sie bleiben unfruchtbar ohne diese.

Was die speciell-anatomische Durchforschung der Organismen an Ergebnissen geliefert hat, wird zum Objekt einer vergleichenden Untersuchung. Sie stellt die Organsysteme und Organe, die bei verschiedenen Klassen sich finden, zusammen und ordnet sie in Reihen nach dem Grade der erreichten Ausbildung. So erhalten wir eine Uebersicht über die Vielfältigkeit der Einrichtungen, vermittelt deren ein bestimmter Zweck erreicht wird; es tritt uns ein und dasselbe Organ, oder ein und dasselbe System in den verschiedensten Formen entgegen. In der Mannigfaltigkeit der Formen tritt das Zusammengehörige durch die vergleichende Betrachtung hervor. Es besteht nun ein Parallelismus zwischen denjenigen Formen, die die vergleichende Anatomie aufzeigt und denjenigen, die die Entwicklungsgeschichte kennen lehrt; die Ausbildung, die bei einer Tierklasse ein bestimmtes Organ dauernd aufweist, ist bei einer anderen, höheren Klasse vorübergehend da; vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchung ergänzen einander und geben erst im Verein eine volle Uebersicht über die Formenkreise der belebten Natur. Bei dem Bestreben, die einfachsten, ursprünglichen Formen zu finden, von denen die komplizierteren abzuleiten sind, ist die vergleichende Anatomie ständig auf die Entwicklungsgeschichte angewiesen. Denn diese zeigt genau die zeitliche Reihenfolge der Formen und die Art ihrer Umänderung. Sie lehrt beurteilen, welche Form ursprünglich und welche abgeleitet ist.

Aufbau des Körpers der Wirbeltiere.

Der Mensch gehört seinem Bau nach in die Klasse der Wirbeltiere. Alle Individuen dieser Klasse sind übereinstimmend gebaut und vereinigen in sich eine Reihe von Organsystemen, die in bestimmter Weise zu einander angeordnet sind. Diese Systeme dienen 1) dem Schutze, der Stütze und der Bewegung; 2) der Ernährung; 3) der Verbindung des Organismus mit der Außenwelt und seiner einzelnen Organe untereinander. Unter die erste Abteilung fällt: a) das Integument, die Haut mit ihren Anhangsgebilden, Haaren, Nägeln, Federn, Schuppen; b) das Skelet; c) die Muskeln. Die zweite Abteilung umfaßt: a) den Verdauungsapparat; b) den Respirationsapparat; c) den Cirkulationsapparat; d) den Exkretionsapparat; e) die der Fortpflanzung dienenden Organe. Die Verbindung dieser Systeme untereinander und mit der Außenwelt vermittelt das Nervensystem, zu dem die Sinnesapparate hinzutreten. Alle diese Organsysteme verbinden sich zu einem einheitlichen Organismus.

Der Körper läßt bei allen Wirbeltieren ein Kopfende und ein Schwanzende erkennen; der dazwischen liegende Rumpf bildet die Hauptmasse des Leibes, ist in die Länge gestreckt, rundlich oder aber seitlich komprimiert. Man unterscheidet eine Rückenfläche von einer Bauchfläche; eine Ebene, die die Mitte der Rückenfläche und die Mitte der Bauchfläche verbindet, die Medianebene, teilt den Körper in eine rechte und eine linke Hälfte. Die Hälften sind mit Bezug auf die Medianebene zu einander symmetrisch, sie enthalten die gleichen Organe in gleichen Abständen von der genannten Ebene und entsprechen einander, wie das Spiegelbild dem Objekt entspricht.

Auf einem senkrecht zur Medianebene geführten Durchschnitt erscheint der Rumpf hohl; die an der Rückenfläche dickere, an der

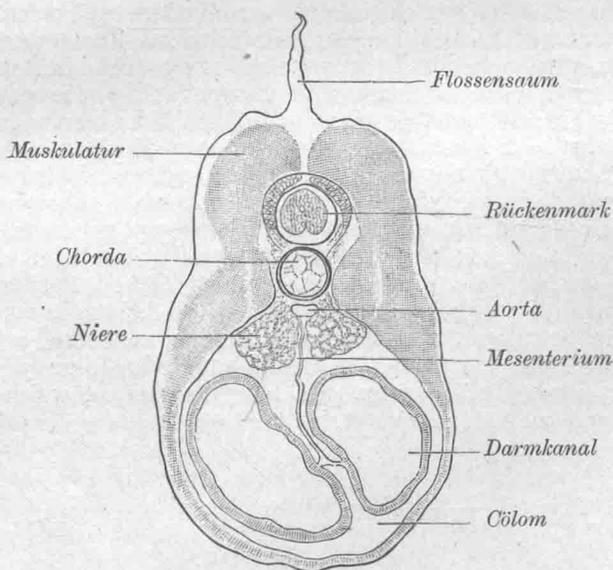


Fig. 1. Tritonlarve, Querschnitt.

Bauchseite dünnere Leibeshöhle, die Leibeshöhle, das Cölon (Fig. 1).

An die der Rückenfläche entsprechende, dorsale Wand des Cöloms sind Abschnitte des Verdauungsapparates beweglich befestigt; der Medianebene entsprechend liegt in dieser Wand der Hauptstamm des Gefäßsystems, die Aorta, und seitlich derselben ist der Exkretionsapparat angebracht (Fig. 1 Niere).

Dorsal von der Aorta findet sich in der Leibeshöhle die Grundlage des Skelets, die Wirbelsäule oder deren Vorläufer, die Chorda dorsalis (Fig. 1 Chorda).

Zwischen dieser und dem Integument liegt ein cylindrischer Hohlraum, der vom centralen Nervensystem eingenommen wird (Fig. 1 Rückenmark).

Die Lage des centralen Nervensystems und der Aorta, in der dorsalen Wandung des Cöloms, getrennt durch die Chorda und durch die an deren Stelle tretende Wirbelsäule, ist charakteristisch für die Wirbeltiere. Es zeigen nicht nur die fertigen Organismen, sondern auch bereits deren frühe Entwicklungsstufen diese Lagebeziehung mit großer Klarheit. Ebenso ist den Wirbeltieren eigentümlich die Lage des Verdauungsapparats im Cölon selbst, während der Exkretionsapparat und der im Anschluß an diesen sich ausbildende

Fortpflanzungsapparat an der dorsalen Wand des Cöloms, beiderseits von der Medianebene ihre Lage haben.

Die Wand des Cöloms besteht aus denjenigen Organen, die dem Schutze, der Stütze und der Bewegung dienen; als Anhänge der Wand erscheinen 2 Paare von Extremitäten oder Gliedern, ein vorderes, dem Kopfende, und ein hinteres, dem Schwanzende nahe liegendes. Jede Extremität ist ein solider Anhang der Leibeshöhle und besteht aus den gleichen Organen wie diese selbst.

Aufbau der Leibeshöhle. In der Wandung des Cöloms sind drei Schichten zu unterscheiden: das Integument, die Muskelschicht und die Wandschicht der Leibeshöhle, die man bei Embryonen „Somatopleura“ heißt.

Am mächtigsten ist die Muskelschicht; sie erscheint als die Hauptmasse der Wand, und von ihrer Ausbildung hängt die Wanddicke ab. Die hervorstechendste Eigentümlichkeit der Muskelschicht tritt bei niederen Wirbeltieren, Fischen und Amphibien, noch im fertigen

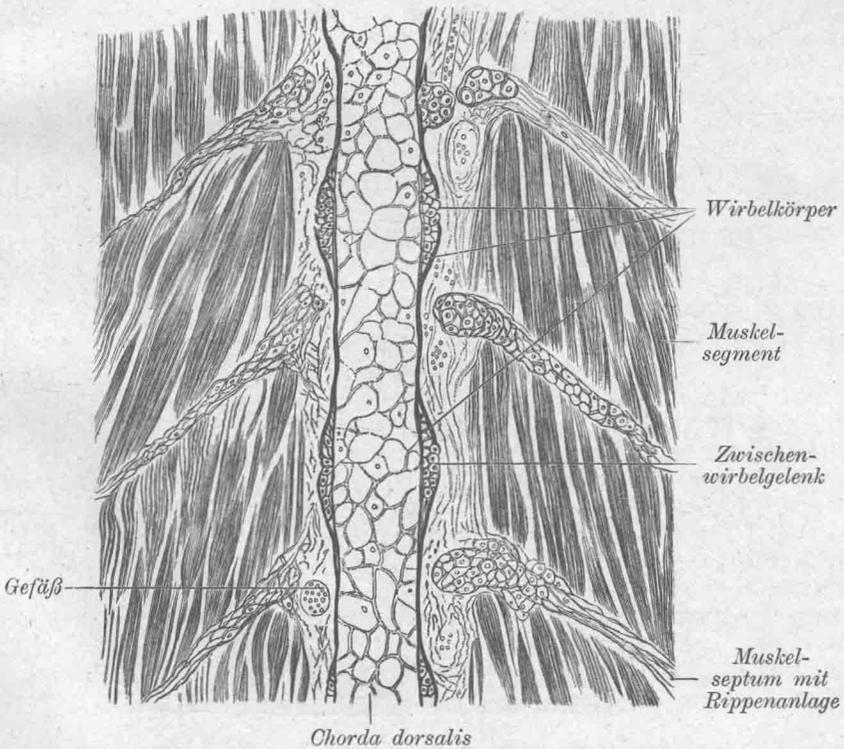


Fig. 2. Tritonlarve, Schwanz, Frontalschnitt.

Zustande, bei höheren Wirbeltieren dagegen nur während des embryonalen Zustandes deutlich erkennbar auf; sie besteht darin, daß die Muskelschicht aus gleichartigen, aufeinander folgenden Abschnitten gebildet wird, die durch nicht muskulöses Gewebe voneinander getrennt werden. Die Muskelschicht ist segmentiert (Fig. 2).

Die Fig. 2 zeigt ein Stück eines Durchschnitts durch den Schwanz einer Tritonlarve, der parallel der Rückenfläche und senkrecht zur Medianebene geführt ist; er hat die Chorda dorsalis der Länge nach getroffen. Die Chorda selbst ist ein cylindrischer Stab, der vom Kopf zum Schwanze in cranio-caudaler Richtung zieht; sie wird von knorpeligen Ringen umgeben, die gleiche Abstände halten und die Anlagen der Wirbelkörper sind (Fig. 2). (Jeder Knorpelring entspricht den Enden von 2 Wirbelkörpern und dem zwischen ihnen liegenden Gelenk.) Seitlich davon liegen die Muskelsegmente; jedes besteht aus einander und der Chorda dorsalis parallel ziehenden Bündeln, die also gleichfalls in cranio-caudaler Richtung laufen, und wird von den angrenzenden Segmenten getrennt durch eine helle Gewebsplatte, das Muskelseptum (Fig. 2). Im Muskelseptum liegen bereits knorpelige Skeletanlagen (Anlagen der Rippen) und Blutgefäße (Fig. 2). Da die Muskelsegmente von Nerven versorgt werden, so zeigen auch diese eine „segmentale Anordnung“; sie folgen sich in gleichen Abständen, ebenso wie die Gefäße.

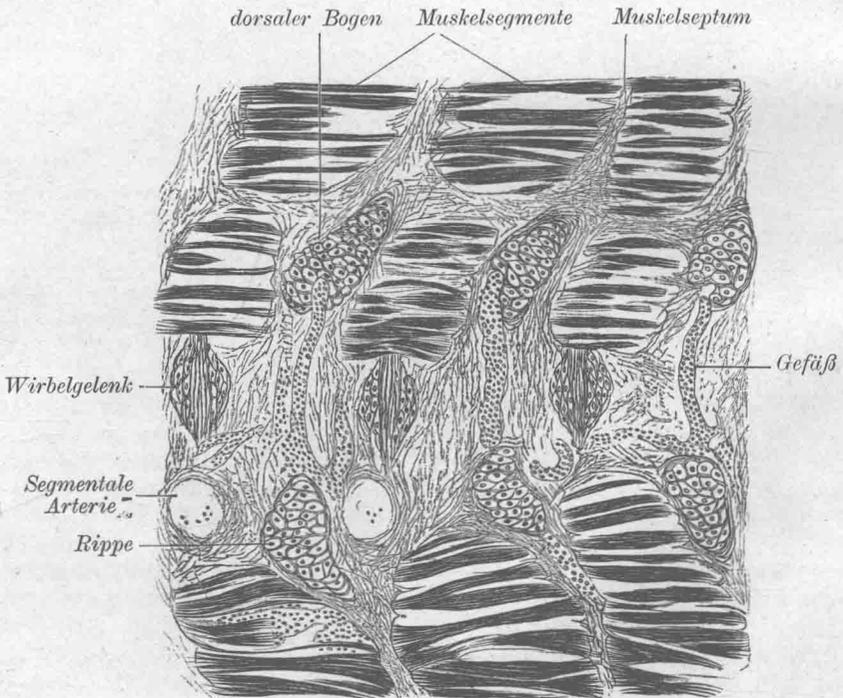


Fig. 3. Tritonlarve. Schwanz, Sagittalschnitt neben der Medianebene geführt. Anlagen von Bogen und Rippen.

Ein Schnitt, der parallel zur Medianebene neben der Chorda dorsalis durch das gleiche Objekt, den Schwanz einer Tritonlarve, geführt ist, läßt die Segmentierung der Muskelschicht in gleicher Weise hervortreten (Fig. 3).

Dorsal von der Chorda sind die Muskelsepten gerade so entwickelt als seitlich derselben; und es liegen in ihnen auch hier Knorpelspangen, die dorsalen Bogen, welche später mit den um die Chorda sich anlegenden Wirbelkörpern in Verbindung treten.

Caudalwärts von den Rippen sieht man die Querschnitte der „segmentalen Arterien“ innerhalb der Muskelsepten liegen. Aus jeder geht ein Gefäß (Fig. 3 Gefäß) dorsalwärts ab und liegt in der Verbindungslinie zwischen Rippe und dorsalem Bogen. Die Gelenke zwischen je 2 Wirbelkörperanlagen sind vom Schnitt noch getroffen; es entspricht das Gelenk der Mitte eines Muskelsegmentes (Fig. 3 Wirbelgelenk).

Wenn man die Muskelsegmente aus der Leibeswand des Wirbeltierkörpers entfernt denkt, so bleibt die Reihe der Muskelsepten übrig; und diese erscheint ebenfalls aus gleichartigen Folgestücken zusammengesetzt. Die Anlagen der Skeletteile befinden sich in den Muskelsepten; und wenn das Skelet ausgebildet ist, erscheint dasselbe segmentiert. Von Wichtigkeit aber ist es, sich klarzumachen, daß die eigentliche Segmentierung der Leibeswand beim Wirbeltier verursacht wird durch die Segmentierung der Muskulatur; die Muskelsegmente sind die eigentlichen Segmente. Die segmental angeordneten Skeletteile sind nur in die Zwischenräume der ursprünglichen Segmente eingeschoben; ihre Segmentierung ist eine sekundäre, bewirkt durch die Anordnung der Muskulatur; ebenso verhält es sich mit den Nerven und den Gefäßen.

Von der Segmentierung der Wand wird nicht betroffen das Integument, und auch die Somatopleura bleibt einheitlich.

Im Schwanzteil des Leibes fehlt das Cölom, der Schwanz besteht nur aus der Wandschicht; deswegen ist in seinem Bereich die Segmentierung vorzüglich ausgeprägt. In der Kopfgregion verliert sich die Segmentierung und ist nur sichtbar an der Grenze zwischen Kopf und Rumpf. Das rührt davon her, daß im Bereich des Kopfes die Muskelschicht der Wand bedeutend zurücktritt.

Ein Muskelsegment mit den zugehörigen Nerven und Gefäßzweigen wird auch als „Folgestück“ oder „Metamer“ bezeichnet; für die Segmentierung wird auch der Ausdruck „Metamerie“ gebraucht. Die Skeletabschnitte dürfen nicht als „Metameren“ bezeichnet werden, weil sie in den Zwischenräumen der eigentlichen Metameren liegen.

Nervensystem. In einem Hohlraum der Leibeswand ist der Hauptteil des Nervensystems gelegen; er erstreckt sich ursprünglich über die ganze Länge des Leibes und reicht vom Kopf bis zum Schwanzende. Seiner Herkunft nach gehört dieses „Centrale Nervensystem“ zum Integument; und es kommt, indem es sich vom Integumente abtrennt, in die Leibeswand zu liegen. Diesen Vorgang der Bildung und Verlagerung des centralen Nervensystems können wir an ganz jungen Embryonen verfolgen.

Der ganz junge Embryo eines höheren Wirbeltieres (Reptil, Vogel, Säuger) ist eine aus drei Lagen von ungleicher Dicke gebildete Platte; jede Lage, die Keimblatt genannt wird, besteht aus einander gleichartigen, rundlichen, cylindrischen oder auch platten Gebilden, den Zellen. Fig. 4 zeigt einen Querschnitt durch einen jungen Entenembryo.

Das obere wie das untere Keimblatt besteht aus je einer Lage von Zellen; das mittlere Keimblatt ist viel mächtiger und in mehrere

Abteilungen gesondert. In der Medianebene zeigt dasselbe den Querschnitt der Chorda dorsalis (Fig. 4), seitlich neben dieser liegen zwei rundliche Zellenmassen, die Urwirbel, und seitlich von diesen ist das mittlere Keimblatt in zwei Lagen getrennt durch eine horizontale Spalte, das Cölo m. Gerade der Chorda entsprechend ist das obere

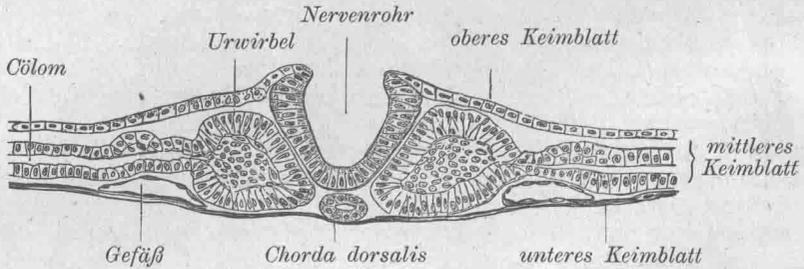


Fig. 4. Entenembryo vom 2. Tage. Querschnitt.

Keimblatt zu einer Rinne vertieft; diese Rinne ist das Nervenrohr (Fig. 4). Die Rinne schließt sich zu einem Rohr, indem ihre oberen Ränder sich einander nähern und in der Medianebene zusammen treffen (Fig. 5).

Darauf löst sich das Nervenrohr ganz vom oberen Keimblatt ab und liegt dann zwischen den Urwirbeln (Fig. 5). Die Urwirbel, Chorda und Nervenrohr sind dann zwischen die beiden Cölo mspalten eingeschoben. Aus ihnen wird die dorsale Abteilung der Leibeswand. Dieselbe verbreitert sich wesentlich durch Wachstum der Urwirbel, und die beiden Cölo mhälften werden dadurch immer weiter ausinandergeschoben.

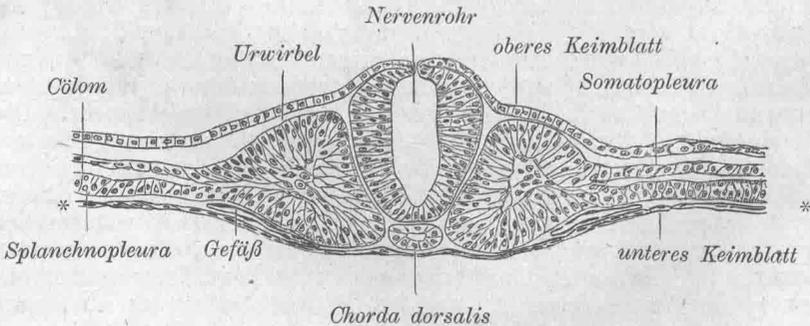


Fig. 5. Entenembryo vom Ende des 2. Tages. Querschnitt.

Die ventrale Abteilung der Leibeswand entsteht aus dem oberen Keimblatt und der ihm anliegenden, dorsalen Hälfte des mittleren, das zur Somatopleura wird (Fig. 5). Zuerst schließt sich das untere Keimblatt zu einem Rohr, indem die äußersten, in Fig. 5 mit ** bezeichneten Ränder in der Medianebene sich vereinigen, wobei die Splanchnopleura in Verbindung mit dem unteren Keimblatt bleibt; darauf wachsen ebenso die Ränder des oberen Keimblattes mit anliegender Somatopleura einander entgegen und schließen sich zu-

sammen. Das Darmrohr ist dann durch das Cöloin umgeben und von der Leibeshand getrennt, wie Fig. 6 zeigt.

Nervenrohr und Chorda sind von den Produkten der Urwirbel umwachsen. Die ursprünglich seitlich von der Chorda gelegenen Gefäße (Figg. 4 und 5) haben sich ventral von der Chorda zu einem einzigen Stamm vereinigt, der Aorta, und das Darmrohr ist, weil

Somatopleura und Splanchnopleura ineinander übergehen, durch die Verbindung bei der Membranen an die dorsale Leibeshand befestigt (Fig. 6 Mesenterium).

Die Lage des Nervensystems, wie die der übrigen Systeme, wird also bedingt durch die Vorgänge bei der Herstellung der Leibeshand, und es behalten die Systeme die ihnen durch die Entwicklung angewiesene Lage zeitlebens bei.

Das Nervenrohr bekommt nach seiner Abtrennung vom Integument paarige Auswüchse, die Spinalganglien (Fig. 6). Jedem Urwirbel entsprechend wächst ein birnförmiger Haufen von Zellen aus der Wand des Nervenrohres heraus und trennt sich nach einiger Zeit ganz von demselben ab, bleibt aber zwischen Nervenrohr und Urwirbel liegen. Aus den Zellen des Spinalganglions wachsen die sensiblen Nervenfasern heraus, teils an das Integument und zum Darmrohr hin, teils in das Nervenrohr hinein. Die die Muskeln versorgenden motorischen Nervenfasern wachsen aus dem Nervenrohr zu den Muskelsegmenten hin. Die Nervenfasern folgen einander in gleichen Abständen; das Nervenrohr selber aber zeigt keine Segmentierung.

Im Kopfabschnitt wird das Nervenrohr weiter; es krümmt sich mit dem vordersten Ende ventralwärts um und ist von ungleicher Weite, indem Anschwellungen und Verengerungen abwechseln. Dieser Abschnitt wird zum Gehirn; der im Stamm verbleibende wird zum Rückenmark.

Das Integument des Kopfabschnittes wird von der Hirnanlage nicht mehr durch eine Muskelschicht getrennt, sondern liegt ihr unmittelbar auf.

Die im Integument des Kopfes auftretenden Anlagen der höheren Sinnesapparate (Nasengrube, Linse, Gehörgrube) treten daher früh-

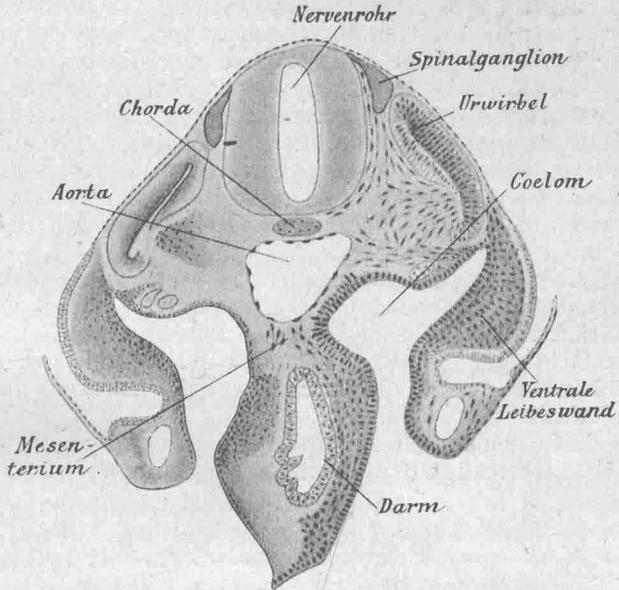


Fig. 6. Querschnitt eines menschlichen Embryo der 3. Woche nach KOLLMANN.

zeitig mit dem Gehirn in nahe Beziehung. Wenn auch diese Sinnesapparate den Kopf in hintereinander liegende Abschnitte zu trennen erlauben, so sind doch diese Abschnitte den Segmenten des Rumpfes nicht gleichwertig.

Während mit der Leibeshöhle die Muskeln, Skeletanlagen, das Integument, Nervensystem und Sinnesapparate gegeben sind, treten in Beziehung zum Cöloim eine Reihe anderer Systeme: der Verdauungsapparat, Respirationsapparat, Exkretionsapparat, Cirkulationsapparat und der Geschlechtsapparat, also wesentlich die Organe, die der Ernährung und der Fortpflanzung dienen (Fig. 7).

Der Verdauungsapparat ist dargestellt durch ein langes, in mehrere Abteilungen zerfallendes Rohr, das an der Mundöffnung beginnt und am After endet. Durch ein ursprünglich in der Medianebene liegendes Mesenterium ist dieses Rohr an die dorsale Wand des Cöloims befestigt; es ist wegen seiner Länge vielfach gewunden und mit Anhängen versehen, die, wie Leber und Pankreas, ziemlich voluminös sind.

Der Respirationsapparat erscheint ebenfalls als ein blind geschlossener Anhang des Darmrohrs; er wächst aus dessen Anfangsstück heraus, teilt sich in zwei Schenkel, und jeder davon bildet durch vielfache Verästelung ein aus blind geschlossenen Hohlräumen bestehendes Organ, die Lunge. Beide Lungen finden im cranialen Abschnitt des Cöloims Platz.

Die genannten Apparate sind beweglich an die Wandung des Cöloims befestigt und füllen den Hohlraum desselben annähernd aus;

im Gegensatz zu ihnen liegen die eng verbundenen Organe des Exkretionsapparates und des

Geschlechtsapparates, die man auch als „Urogenitalsystem“ zusammenfaßt, ursprünglich in der dorsalen Wand des Cöloims, nahe der Somatopleura.

Die Anlage dieses Systems ist eine paarige; in jeder Hälfte finden wir Drüsen und mit ihnen verbundene Gänge, die Ausführungsgänge, die das von den Drüsen ge-

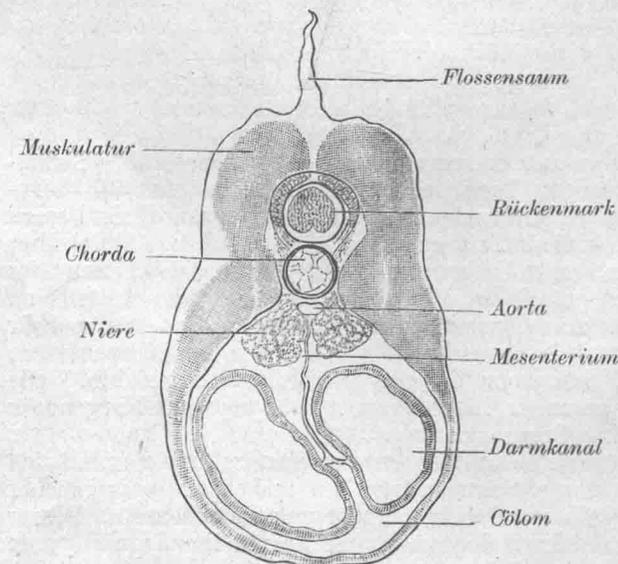


Fig. 7. Tritonlarve, Querschnitt.

lieferte Sekret aufnehmen und fortleiten. Für den Exkretionsapparat ist die Niere bestimmt, und ihr Ausführungsgang heißt Harnleiter (Ureter). Dem Geschlechtsapparat dient die männliche oder

weibliche Geschlechtsdrüse (Hoden oder Eierstock) und ein Ausführungsgang, der beim männlichen Geschlecht als Vas deferens bezeichnet wird, beim weiblichen in Eileiter, Uterus und Scheide zerfällt. Am caudalen Ende verwachsen beim Weibe die Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen eine Strecke weit miteinander und erscheinen dann unpaar.

Die Geschlechtsdrüsen und ihre Ausführungsgänge bekommen eine Art von Mesenterium und werden dadurch beweglich an die dorsale Wand des Cöloms angeheftet.

Der Cirkulationsapparat besteht aus dem Herzen und dem mit diesem verbundenen Röhrensystem der Blutgefäße. Das Herz ist im cranialen Abschnitt des Cöloms zwischen den Lungen gelegen; die zutretenden und die abführenden Gefäße verlaufen in der Körperwand und versorgen mit ihren Verästelungen sowohl die in der Wand, als die im Innern des Cöloms gelegenen Organe. Zu den Organen wird das Blut durch die Arterien geführt, die aus dem Herzen kommen; es lösen sich innerhalb der Organe die Arterien zu einem Netz feinsten Gefäße, der Kapillaren, auf, und aus diesen sammeln größere Gefäße, Venen, das Blut, um es zum Herzen zurückzuführen. Das System der Gefäße ist ein durchweg geschlossenes; das Herz ist an einer Stelle in den Kreis der Gefäße eingeschaltet.

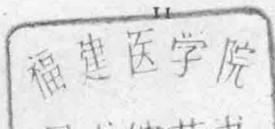
Zur Orientierung über die Lagebeziehungen der einzelnen Organe sind Bezeichnungen nötig, die möglichst eindeutig sind. Wir haben schon die Bezeichnungen Medianebene des Körpers, das Kopf- und Schwanzende, sowie die Bauchfläche und die Rückenfläche behufs Orientierung eingeführt und die diesen Ausdrücken korrespondierenden Adjectiva „cranial, caudal, ventral, dorsal“ angewendet.

Wir müssen aber den Kreis der Bezeichnungen noch erweitern. Diejenige, in der Medianebene gelegene Linie, die das Kopfende und das Schwanzende verbindet, nennen wir die cranio-caudale Achse, auch die Längsachse des Körpers; alle senkrecht auf ihr stehenden Linien, die die ventrale und dorsale Fläche verbinden, heißen sagittale Linien. Die der Medianebene parallel durch den Körper gelegten Ebenen heißen Sagittalebene. Senkrecht auf der Medianebene stehen Ebenen, die den Körper in ein Kopfende und ein Schwanzende teilen; sie heißen Transversalebene; in ihnen geführte Schnitte werden auch einfach als Querschnitte bezeichnet.

Eine dritte Art von Ebenen steht sowohl auf der Medianebene als auch auf der Transversalebene senkrecht und trennt die Bauch- und die Rückenfläche von einander. Derartige Ebenen heißen Frontalebene, und in ihnen gelegte Schnitte sind Frontalschnitte.

Diejenigen Flächen der Organe, die der Medianebene zugewandt sind, heißen mediale Flächen, die von ihr abgewandt werden laterale Flächen genannt. Hingegen bezeichnen wir eine dem Kopfende zugewandte Seite als „craniale“ und die entgegengesetzte als „caudale“. Bei aufrechter Stellung des Körpers passen dafür auch die Ausdrücke „obere“ und „untere“ Fläche.

In den Extremitäten liegen die Organe im allgemeinen parallel der Achse derselben und sind dem Stamm näher oder entfernter ge-



legen. Die dem Stamm zugewandten Enden oder Flächen heißen „proximale“, die dem freien Ende der Extremität zugekehrten dagegen „distale“.

Es ist unzulässig, diese Bezeichnung auch für Lagebeziehungen innerhalb des Stammes anzuwenden; denn es fehlt ein Centrum, mit Beziehung auf welches die Benennungen doch gebraucht werden müssen. Die Bezeichnungen „außen“ und „innen“ setzen einen Mittelpunkt oder eine mittlere Achse voraus. Am Stamm ist diese durch die Längsachse dargestellt, an den Extremitäten durch das Skelet derselben. Die einzelnen Schichten, in die wir die Leibeshöhle oder eine Extremität zerlegen können, sind mit Beziehung auf die genannten Achsen innere oder äußere. Bei Organen beziehen sich die Bezeichnungen „außen“ und „innen“ ebenfalls auf deren Mittelpunkt.

Allgemeine Skeletlehre.

I. Vom Aufbau des Skelets.

Das menschliche Skelet besteht im ausgebildeten Zustande aus einer Reihe von Organen, die vermöge ihrer Härte, Festigkeit und Elasticität beständig die gleiche Form bewahren und durch Weichteile miteinander derart zu einem Ganzen verbunden sind, daß die einzelnen Teile entweder unverschieblich aneinander befestigt oder in bestimmter Weise beweglich erscheinen.

Die festen, bestimmt geformten Skeletabschnitte, die Organe des Skeletsystems, sind der Hauptsache nach aus Knochen und aus Knorpel gebildet; nur wenige bestehen aus Knochen oder aus Knorpel allein, in den meisten sind beiderlei Gewebe vertreten. Das Verhältnis von Knochen und Knorpel in einem und demselben Skeletteil wechselt mit dem Lebensalter; die erste Anlage ist rein knorpelig, und während sie wächst, wird der Knorpel zum größeren Teil durch Knochengewebe verdrängt, das innerhalb des Knorpels an bestimmten Punkten auftritt und sich weiter ausbreitet. Solange das Wachstum dauert, nimmt die Masse des Knorpels beständig ab, die des Knochens dagegen zu; nach Vollendung des Wachstums sind nur noch Reste der knorpeligen Anlage übrig, die mit dem Knochen in inniger Verbindung stehen.

Es giebt indessen eine Anzahl von Skeletteilen, die nicht durch Umwandlung von Knorpel entstehen, sondern sofort knöchern angelegt werden; diesen fehlt das Knorpelgewebe durchaus.

Das Knochengewebe wie der Knorpel bedingen die Festigkeit und die Elasticität der Skeletteile. Zu beiden Geweben treten in jedem Skeletstück noch Weichteile hinzu, die der Ernährung vorstehen und den etwa notwendig werdenden Ersatz vermitteln. Es sind dies a) eine bindegewebige, an elastischen Fasernetzen reiche, Blutgefäße, Lymphbahnen und Nerven führende Hülle, das Periost und b) ein weiches, an Zellen, Fett, Gefäßen und Nerven reiches Gewebe, das Mark, das die Hohlräume des Knochengewebes ausfüllt. Den

knorpeligen Skeletstücken, wie den Anlagen der knöchernen Skeletteile kommt eine dem Periost im wesentlichen gleichende Hülle ebenfalls zu und wird Perichondrium genannt; hingegen findet sich in den kompakten Knorpeln kein Mark vor.

Zum Skelet gehören auch diejenigen Weichteile, die benachbarte Skeletstücke zu höheren Einheiten, zu Apparaten mit bestimmter Funktion verbinden; sie halten nicht nur die einzelnen Skeletstücke zusammen, sondern sie dienen auch dazu, im Anschluß an die Formen der sich berührenden Knochenflächen deren Beweglichkeit in bestimmten Richtungen zu sichern.

Für den Mechanismus des Skelets und für dessen Leistung sind diese Weichteile von der höchsten Wichtigkeit; sie werden unter dem Namen „Bänder“ zusammengefaßt. Der mechanischen Bedeutung wird dieser Name nicht gerecht; denn darauf, daß die Knochen verbunden sind, kommt es weniger an, als darauf, daß die Verbindung eine bestimmte Beweglichkeit besitzt. Eine bewegliche Verbindung von Skeletteilen wird als Gelenk (*articulatio*) bezeichnet; die Hauptsache bei jedem Gelenk ist der durch die Formen der verbundenen Knochen und die Anordnung der verbindenden Weichteile bestimmte Mechanismus. Um den Gelenkmechanismus zu verstehen, wird die Untersuchung der Gelenkbänder unternommen. Es liegt im Plane des vorliegenden Werkes, die Gelenke in einem besonderen Abschnitte zu behandeln und die Schilderung der nicht mit Gelenken verknüpften Bänder daran anzuschließen. Deshalb sollen in folgendem nur die harten Skeletteile, die Knochen, besprochen werden.

Wenn wir alle Weichteile mit Ausnahme der „Bänder“ entfernen, so wird das Skelet isoliert. Es wiederholt in seiner Gesamtheit die Form des Körpers; Kopf, Hals, Rumpf und Glieder treten am Skelet so deutlich hervor, wie am ganzen Organismus. Das Skelet des Kopfes, Halses und Rumpfes fassen wir als „Skelet des Stammes“ zusammen und stellen es dem „Skelet der Gliedmaßen“ gegenüber. Die Gliedmaßen selbst trennen wir in *craniale* und *caudale*, die bei aufrechter Stellung als obere und untere erscheinen.

Das Skelet des Stammes beginnt mit dem knöchernen Schädel (*cranium*), dem sich die Knochen des Gesichts (*facies*) anschließen; der Schädel ist beweglich verbunden mit einer Reihe gleichartiger Skeletstücke, der Wirbel (*vertebrae*), die für den Hals und den Rumpf eine feste Achse bilden, und eine Säule, die Wirbelsäule (*columna vertebralis*), darstellen, die, in der Mitte der dorsalen Wand des Leibes gelegen, vom Kopf bis zum Schwanzende reicht. Am Rumpfe stehen mit dem cranial gelegenen Abschnitt der Wirbelsäule, der 12 Wirbel umfaßt, paarige Knochenspannen in Verbindung, die Rippen (*costae*). Sie bilden mit der Wirbelsäule zusammen den Brustkorb (*thorax*), der dadurch ventralwärts geschlossen wird, daß die 7 cranialen Rippenpaare sich mit dem in der ventralen Mittellinie gelegenen Brustbein (*sternum*) verbinden. Die 5 caudalen Rippenpaare erreichen das Brustbein nicht. Auf das letzte, kürzeste Rippenpaar folgt eine Reihe nicht rippentragender Wirbel; die letzten 10 Wirbel der ganzen Säule sind zu zwei größeren Knochenstücken, dem Kreuzbein (*os sacrum*) und dem Steißbein (*os coccygis*) vereinigt. An das Kreuzbein lagern sich zwei große, platte, in der ventralen Mittellinie mit einander verbundene Knochen an, die Hüftbeine (*ossa coxae*). Im Verein mit der Wirbelsäule umschließen sie die Beckenhöhle. An die

Hüftbeine sind die caudalen Gliedmaßen durch Gelenke befestigt; die cranialen Extremitäten artikulieren jederseits an einem platten Knochen, dem Schulterblatt (scapula), das der dorsalen Fläche des Brustkorbes aufliegt und durch das Schlüsselbein (clavicula) mit dem

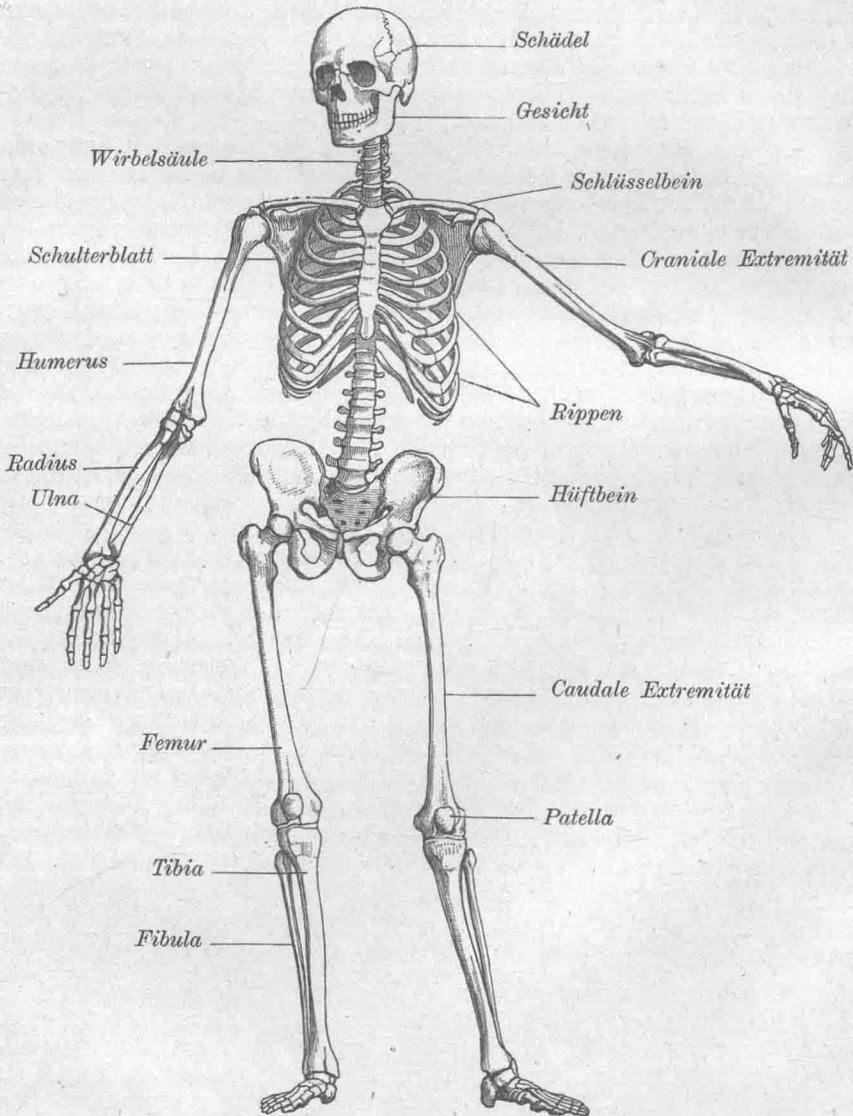


Fig. 8. Skelet des Menschen, von vorn gesehen.

Brustbein beweglich verbunden ist. Beide Schlüsselbeine in Verein mit den beiden Schulterblättern stellen einen um das Kopfende des Thorax gelegten Gürtel vor, den Schultergürtel; derselbe vermittelt die Befestigung der oberen Extremität an den Stamm. Ebenso

ist für die Verbindung der unteren Extremität an dem caudalen Ende des Stammes aus beiden Hüftbeinen und dem Kreuzbein ein zweiter Gürtel hergestellt, der Beckengürtel genannt wird.

Soweit die Segmentierung der Leibeswand auftritt, ist auch das Skelet aus gleichartigen, einander folgenden Stücken zusammengesetzt; am Kopf, wo die Muskelsegmente fehlen, verliert sich auch die Segmentierung des Skelets.

Die Zahl der Knochen, die das Skelet zusammensetzen, ist nicht immer die gleiche. Einmal ist sie abhängig vom Lebensalter; vor Vollendung des Wachstums finden sich mehr selbständige Skeletteile, als nachher, weil anfänglich der Anlage nach getrennte Knochen später miteinander verschmelzen. Aber auch dann, wenn wir nur das Skelet im ausgewachsenen Zustande berücksichtigen, variiert die Zahl seiner Bestandteile. Es kommt eine wirkliche Vermehrung der Knochen zur Beobachtung; die Zahl der Wirbel, der Rippen, der Knochen in der Handwurzel oder der Fußwurzel kann vermehrt erscheinen. In anderen Fällen ist die Vermehrung eine scheinbare, indem Knochen, die zu einem Ganzen verschmolzen sein sollten, getrennt geblieben sind. Es kommt auch eine wirkliche Verminderung der Skeletstücke an Zahl vor, entweder durch Fehlen einzelner Stücke oder durch Verschmelzung benachbarter Knochen zu einem einzigen. Sehen wir von derartigen Ausnahmen zunächst ab, so besteht das Skelet des Erwachsenen aus folgenden selbständigen Teilen.

1) Schädel und Gesicht. Den eigentlichen Schädel bilden 8 Knochen: das Hinterhauptsbein (*os occipitale*), Wespenbein (*os sphenoidale*), Siebbein (*os ethmoidale*), Stirnbein (*os frontale*), zwei Scheitelbeine (*ossa parietalia*), zwei Schläfenbeine (*ossa temporalia*).

Das Gesicht setzt sich zusammen aus 15 Stücken: zwei Oberkiefer (*maxilla*), zwei Gaumenbeine (*os palatinum*), zwei Jochbeine (*os zygomaticum*), zwei Thränenbeine (*os lacrimale*), zwei Nasenbeine (*os nasale*), zwei Muschelbeine (*concha inferior*), Pflugscharbein (*vomer*), Unterkiefer (*mandibula*) und Zungenbein (*os hyoideum*); außerdem gehören zum Gesichtsskelet die drei Gehörknöchelchen, Hammer (*malleus*), Ambos (*incus*) und Steigbügel (*stapes*), die lediglich aus praktischen Gründen gewöhnlich zusammen mit dem Gehörapparat beschrieben werden.

2) Stamm. Die Wirbelsäule besteht aus 24 selbständigen Wirbeln und zwei größeren Knochenstücken, dem Kreuzbein und dem Steißbein, deren jedes einer Anzahl verschmolzener Wirbel entspricht. Von den selbständigen Wirbeln kommen 7 auf den Halsteil (*vertebrae cervicales*), 12 auf den Brustteil (*vertebrae thoracales*) und 5 auf den Bauchteil (*vertebrae lumbales*); in das Kreuzbein (*os sacrum*) und in das Steißbein (*os coccygis*) treten je 5 Wirbel ein.

Die Zahl der Rippen (*costae*) beträgt jederseits 12, so viel wie die Zahl der Brustwirbel beträgt; zu ihnen kommt das Brustbein (*sternum*).

3) Obere (*craniale*) Extremität. Der Gürtel der Extremität besteht aus dem Schulterblatt (*scapula*) und dem Schlüsselbein (*clavicula*); mit dem Schulterblatt durch Gelenk verbunden ist der Oberarmknochen (*humerus*), und an diesen legen sich, ebenfalls durch ein Gelenk, zwei Vorderarmknochen, *radius* und *ulna*. Mit dem Vorder-