

Die animalen Organe der Thiere.

(Eine vergleichende Skizze.)

Die Organe des thierischen Körpers sind wesentlich zweierlei Art; nämlich solche, welche derselbe mit dem Pflanzenkörper gemeinsam hat, und in welchen Thier und Pflanze als zu einer Gruppe der Naturproducte d. i. zu den organischen gehörig erscheinen, die sogenannten vegetativen Organe, welche die Ernährung im weitesten Sinne des Wortes genommen umfassen, ausserdem auch die Fortpflanzung, obwol die Organe der letzteren eine gewisse Ausnahmstellung einnehmen, da sie sich nicht blos auf die Erhaltung des Individuums, sondern auch auf die Erhaltung der Art erstrecken. Der thierische Körper besitzt aber auch noch eine Reihe von Organen, durch deren Anwesenheit sich derselbe vom Pflanzenkörper wesentlich unterscheidet, ja in Gegensatz zu demselben tritt; es sind dies die animalen Organe, nämlich die Organe der Bewegung und der Empfindung; die Anwesenheit der letzteren gibt dem Thiere eine höhere Stellung in der Reihe der Naturkörper als der Pflanze und bildet den einzigen wesentlichen Unterschied zwischen diesen beiden organischen Naturproducten.

1. Die Organe der Bewegung.

Die einzelnen organischen Wesen stehen in fortwährender Konkurrenz um ihre Existenzbedingungen, im Kampfe um Raum und Nahrung; Pflanzen untereinander, Thiere und Pflanzen und Thiere untereinander bekämpfen sich deren wegen unausgesetzt, sie führen den „Kampf ums Dasein“. Während aber nun die Pflanze im allgemeinen an Ort und Stelle gebunden ist, und wenn sie an diesen nicht genügend Raum und Nahrung findet, oder den andringenden Feinden mit den ihr durch die Natur gebotenen Schutzmitteln nicht Widerstand leisten kann, zu Grunde gehen muss, bleiben dem Thiere immer noch Auswege, bald im minderen, bald im höheren Grade. Das Thier ist der Bewegung fähig, es kann, wenn es seine Existenzbedingungen nicht findet, seinen Standort verändern oder wenn es durch die Natur darin verhindert ist, wenigstens Bewegungen ausführen, die den Zweck haben, Nahrung zu erwerben und sich Angriffen gegenüber zu vertheidigen, d. h. den Kampf ums Dasein aufzunehmen. Sehr verschieden sind jedoch die Träger dieser Bewegungen, nämlich die Bewegungsorgane.

den Radialstämmen des Ambulacralgefäßsystems entspringend in verschiedener Anzahl und Anordnung aus der lederartigen oder kalkartigen Körperumhüllung hervorgestreckt und zurückgezogen werden können; am Grunde sind sie mit einem Bläschen (Ambulla) versehen, das seinen flüssigen Inhalt durch eigene Contraction in diese treibt und dieselben anschwellt, so zwar, dass sie bald kurz bald lang erscheinen und oft so verlängert werden können, dass sie alle anderen Körperanhänge weit überragen; am freien Ende tragen sie häufig eine Saugscheibe zum Anhaften. Indem sich die Füßchen durch Eintreiben des Wassers aus der Ambulla verlängern und allenfalls mit dem Saugnapf festhaften, dann aber kontrahieren und dadurch den Körper nachziehen, kommt eine langsam schleppende Bewegung zu Stande. Bei denjenigen Echinodermen, denen Ambulacren und mit ihnen auch die Radialstämme des Ambulacralgefäßsystems fehlen, findet die Bewegung durch um den Mund kranzförmig gestellte Tentakeln statt, die mit dem Schlundringe des Systems Wasser führender Kanäle kommunizieren, und daher nur als modificirte Ambulacralanhänge zu betrachten sind.

Während bei den Polypen und Quallen in der Regel glatte, seltener quergestreifte einzelne Muskelfasern in der Körpermasse zur Unterstützung der Bewegung auftreten, ist bei den Echinodermen schon ein Schritt weiter gethan; wo nämlich das Kalkskelett der Haut sich blos auf einzelne Kalkkörper beschränkt, die in verschiedener Form der lederartigen Haut eingesenkt sind, finden wir die Differenzirung der ursprünglichen Leibessubstanz soweit vorgeschritten, dass ein vollständiger mit der Haut verwachsener Hautmuskelschlauch zur Ausbildung gelangt, bestehend aus Längs- und Ringmuskeln; so bei den Seewalzen. Längsmuskel sind fünf vorhanden, welche sich an 5 Platten des Kalksringes anschliessen, der um den Schlungring gelegen ist; die Ringmuskeln kleiden gleichzeitig das Innere aus. Durch Contractionen dieses Muskelschlauches bewegen sich vorwiegend diese Thiere; nebenbei finden sich bei einigen auch Ambulacralfüßchen, die entweder in 5 Längsreihen gestellt sind oder sich unregelmässig über die ganze Haut vertheilen und zurückziehbar sind.

Wenn wir die Bewegungsformen der Amorphozoen mit den der Aktinozoen vergleichen, so lässt sich eine gewisse Analogie innerhalb der einzelnen Hauptabtheilungen dieser beiden Thiergruppen nicht wegläugnen; Spongien und Polypen sind vorwiegend festsitzend, Polycistinen und Acalephen erscheinen in ihren Bewegungen mehr passiv als aktiv und lassen sich zumeist vom Wasser tragen; Rhizopoden und Echinodermen bewegen sich schleppend auf fester Grundlage, ohne stetes Vorn und unten, Infusorien und Holothurien haben bei Bewegung auf fester Unterlage den Bauch unten, Mund vorne; es zeigt sich darin der gleiche Entwicklungsgang innerhalb der einzelnen Gruppen bei stetem Fortschritte.

Ein von den bisherigen durch Form und Bildung verschiedenes Bewegungsorgan findet man bei den Weichthieren. Während bei der Mehrzahl der kopflosen Weichthiere ein Ortswechsel gar nicht stattfindet, andere aber durch ihre Bewegungsform noch an die niederen Thiere erinnern, so die freilebenden Tunicaten, die sich durch regelmässige Contractionen ihres von starken Muskeln durchzogenen Körpers bewegen, und nur Appendicularia allein ein selbstständiges Bewegungsorgan in Form eines sehr langen, platten Ruderanhanges aufweist, ist bei fast

allen anderen Weichthieren ein wenn auch morphologisch verschiedenartig, doch funktionell stets nur der Bewegung angehöriges gemeinsames Organ, nämlich der Fuss, ausgebildet, der dadurch entsteht, dass sich die Muskelmasse vorwiegend auf einen Theil der Haut, nämlich auf den die Bauchseite bildenden, vereinigt, während die übrige Haut nur wenige Muskelfasern besitzt, die sich in dem weichen Bindegewebe derselben verteilen.

Die vollkommenste Ausbildung zeigt der Fuss bei den Cephalophoren, von welchen man auch ausgehen muss, wenn man zu einem richtigen Verständnisse dieses so mannigfaltig ausgebildeten Organs gelangen will. Entweder erscheint er daselbst, wie bei den Gastropoden, als ein ungeteiltes, unpaares muskulöses Bewegungsorgan an der Bauchseite in Form einer flachen Scheibe, die manchmal auch seitlich lappenartige Fortsätze zeigt, Schwimmhäute genannt, wie bei *Gastropterion*, oder er ist bei einzelnen durch eine Querfurche geteilt und die Bewegung erfolgt wie bei den Spannern (*Tedipes*), oder durch eine Längsfurche, so dass abwechselnd die rechte und linke Seite des Fusses vorgeschoben wird (*Phasianella*); in seltenen Fällen ist er rudimentär entwickelt (*Rhodope*), bei manchen gar nicht, (*Phyllirhoe*) und wird dann durch einen Steuerschwanz ersetzt. In den meisten Fällen lässt aber bei den Cephalophoren der Fuss deutlich eine Zusammensetzung aus drei, manchmal vier Theilen erkennen, die man als Pro-, Meso- und Metapodium bezeichnet, während rechts und links noch ein paariges Epipodium hiezukommen kann, so dass der Fuss aus einem mittleren unpaaren Theil und aus zwei seitlichen Theilen besteht, die aber nicht immer alle vorhanden sind, und wenn vorhanden, oft mannigfache Umbildungen zeigen. So findet man bei den Hetropoden alle drei wesentlichen Theile und zwar ist das Metapodium weit nach rückwärts gerichtet, gestreckt und bildet den hintern schwanzartigen Abschnitt des glasartigen Körpers, während das Pro- und Mesopodium, das erstere zu einer komprimirten Flosse, Kiel genannt, das letztere zu einem Saugnapf umgewandelt erscheint; das Mesopodium entspricht der Sohle der Gastropoden. Bei den Pteropoden ist der unpaarige Theil des Fusses verkümmert, während unterhalb des Mundes zwei seitliche flossenartige Anhänge vorhanden sind, die man als Epipodium auffassen kann; sie bilden häutige Anhängsel, durchzogen von queren und radialen Muskelfasern und bringen das Thier durch flügelartige Bewegung von der Stelle; entweder sind diese Flossen vom rudimentären Fusse getrennt, oder stehen mit ihm in unmittelbarem Zusammenhange. Bei den Scaphopoden ist der Fuss lang und dreilappig.

An die Cephalophoren reihen sich in aufsteigender Ordnung die Cephalopoden an; hier erfährt der Fuss eine eigenthümliche Umwandlung: der unpaare Theil erscheint in Form von Armen, die kreisförmig den Mund umstellen und an der Innenseite entweder der ganzen Länge nach oder nur an der Spitze mit Saugnapfen besetzt sind; seltener erscheinen sie ohne Saugnapfe und bilden dann kürzere, geringelte Fortsätze, vergleichbar den Fühlern; das Epipodium bildet eine muskulöse Röhre, Trichter genannt; beide, sowol Arme als auch Trichter, dienen zur Bewegung.

In absteigender Reihe schliessen sich an die Cephalophoren die Acephala. Da bei diesen Thieren der Kopf fehlt, ist der Mund an den Vorderrand des Fusses

gerückt. Bei denjenigen Acephalen, die mit der Schale festsitzen oder deren Körper in eine Kalkröhre eingeschlossen ist, ist der Fuss verkümmert; bei den der Ortsbewegung fähigen ist er entweder seitlich zusammengedrückt, beilförmig oder auch keulenförmig, manchmal auch knieförmig gebogen; durch Zusammenziehung des sog. Fussmuskels, der sich in der Nähe des Schlossbandes an der inneren Seite beider Schalen befestigt, kann derselbe ganz in die Schale zurückgezogen aber auch mit demselben Muskel gestreckt, gebogen und gewendet werden. Manchmal erweitert er sich auch zu einer sohligen Scheibe und dient dann zum Kriechen; ist er knieförmig gebogen, so ist die Bewegung eine springende. Bei Einzelnen beobachtet man auch eine schwimmende Bewegung, dadurch hervorgebracht, dass sich beide Klappen abwechselnd öffnen und schliessen; ist der Fuss rudimentär entwickelt, so geschieht, wie z. B. bei Pecten, die Bewegung dadurch, dass sie einige Byssusfäden möglichst hoch und an verschiedenen Stellen fester Gegenstände befestigen, und dann den Körper nachziehen.

In ähnlicher Weise wie die Actinozoen lassen sich auch die Malakozoen mit den Amorphozoen hinsichtlich der Bewegung vergleichen, so dass die Bryozoen, schwimmenden Tunicaten, Muschelthiere und Gasteropoden den Polypen, Acalephen, Echinodermen und Holothurien gleichgestellt werden können.

Vergleichende Tabelle der Bewegungsformen der niederen Thierreiche.

Thiergruppe	festsetzend	schwimmend, mehr passiv, als aktiv	am Boden schleppende Be- wegung	Bewegung am Boden kriechend
Amorphozoa (Spongia, Poly- cistina, Rhizopoda, Infusoria)	Spongien (Schwämme)	Polycistina	Rhizopoda (Wurzelfüssler)	Infusorien (Hypotricha)
Actinozoa (Polypen, Aca- lephen, Echinoder- men, Holothurien)	Polypen (Korallenthierchen)	Acalephen (Quallen)	Echinodermen (Seesterne & Seeigel)	Holothurien (Seewalzen mit Füsschen)
Malakozoa (Bryozoen, Tunicaten, Muschel- thiere, Schnecken)	Bryozoa (Moosthierchen)	Tunicaten (freilebende)	Muschelthiere	Gastropoda.

Ein dem Hautmuskelschlauch der Holothurien ähnliches Bewegungsorgan findet man bei fast allen Würmern ausgebildet. Das unter der Epidermis befindliche Gewebe nimmt zahlreiche Längs- und Ringmuskeln auf und verwandelt sich dadurch in einen subcutanen Hautmuskelschlauch, der für den Typus der Würmer mit geringen Ausnahmen charakteristisch ist.

Bei den Plattwürmern verbindet sich derselbe ganz enge mit dem Körperparenchym und besteht bei den Cestoden aus einer oberen Schichte von Quer- und Längsfasern, darunter Längsmuskel, und unter diesen eine Schichte von Ringfasern; die beiden letzten Schichten sind überdies noch insbesondere an den Seiten des Leibes von Faserbündeln durchzogen, welche vom Rücken gegen die Bauchseite verlaufen. Aus dieser sehr stark angelegten Muskulatur erklärt sich auch die ungeheuere Beweglichkeit der Cestoden und die Fähigkeit derselben ihren Körper bedeutend verkürzen und ebenso verlängern zu können; eine ähnliche Bauart findet man bei den Trematoden oder Saugwürmern; bei den Turbellarien oder Strudelwürmern besteht der Hautmuskelschlauch aus einer ringförmigen und einer Längsfaserschicht, durchsetzt von anderen Faserbündeln, die ebenfalls vom Rücken gegen die Bauchseite verlaufen.

Bei den Rundwürmern begrenzt der Hautmuskelschlauch die Leibeshöhle, die bei den früheren Formen sehr wenig entwickelt ist; bei den hierher gehörigen Acantocephalen besteht dieser Schlauch aus zu oberst gelegenen kräftigen Querfasern, darunter Längsfasern; sehr stark entwickelt erscheint er bei den Nematoden oder Fadenwürmern und zwar besteht er hier aus Längsmuskeln von spindelförmiger Gestalt, welche in zwei dorsale und zwei ventrale Theile angeordnet sind, während die äussere Ringfaserschicht vollständig fehlt. Bei allen Nematoden mit Ausnahme von Gordius und Trichocephalus besitzt der Körper an den Seiten zwei Stellen in Form von Längsstreifen, die von Muskeln frei bleiben, und Seitenlinien oder Seitenfelder genannt werden; ihrer Bauart nach deutet man sie als Excretionsorgane, vergleichbar dem Wassergefässsystem. Ausserdem wird aber auch noch der Hautmuskelschlauch durch derbere, faserige Stränge unterbrochen, die am Rücken und an der Bauchseite gelegen sind und Medianlinien genannt werden, so dass man eine Rücken- und Bauchlinie unterscheidet, obwohl sich bei manchen auch noch ähnliche unterbrechende Linien zwischen den eigentlichen Median- und Seitenlinien vorfinden. Ueber den eigentlichen Zweck dieser Medianlinien, die als unmittelbare Fortsetzung der Subcuticularschichte zu betrachten sind, ist man dermalen noch im Unklaren.

Die Muskulatur der zu den Anneliden gehörigen Hirudinen schliesst sich in der Ausbildung an die komplizirte Form der Plattwürmer an, während die des Chaetopoden jener der Acantocephalen und Nematoden sich nähert. Bei den Sternwürmern, Gephyreen, findet man die Muskelmasse ganz enge mit der Haut vereinigt und besteht aus zu oberst gelegenen Ringfasern, denen Längsfasern und hierauf abermals Ringmuskel folgen. Bei den zu den Würmern eingezählten Rotiferen reduziert sich die ganze Muskulatur auf einzelne Züge und als Hauptbewegungsorgan erscheint das Räderorgan, d. i. einstückbare, mit Wimpern besetzte Hautsäume des Kopfendes; in seiner einfachsten Form erscheint dasselbe als ein Wimpernsaum um die Mundspalte herum, oder es ist das ganze Kopfende in grösseren oder geringeren Entfernungen von der Mundspalte aus mit diesen Wimpern besetzt, ohne aber das Kopfende zu überragen; in seiner weiteren Ausbildung bildet der Wimpernsaum zwei über einander liegende Wimpernkranze am Kopfrande oder die Wimpern stehen auf keulenförmigen, armartigen Fortsätzen des Haut-

saumes. In allen diesen Fällen sind aber die Wimpern keineswegs den Cilien der Infusorien zu vergleichen, da sie willkürlich bewegt werden.

Ausser dem eigentlichen Hautmuskelschlauch finden sich bei der Mehrzahl der Würmer noch Organe, die zur Bewegung dienen und vom Hautmuskelschlauch aus mit Muskelfasern versehen werden: so finden wir bei den meisten parasitischen Würmern und bei den Hirudinen Saugnäpfe, entweder an einem oder an beiden Körperenden, manchmal auch in der Mitte des Körpers; bei anderen direkt in der Haut befestigte Borsten, entweder in geringer Anzahl oder so häufig, dass sie die Haut seitlich und am Rücken dicht bedecken; bei manchen sitzen diese Borsten auf eigenen Fussstummeln, Parapodien genannt, auf; selten sind diese Fussstummeln borstenlos, z. B. bei *Tomopteris*. Diese Borsten sind bald stachel- bald hakenförmig, bei einer Gattung, *Peripatus*, erinnern sie ganz an die Klauen der Gliederthiere.

Zur vorherrschenden Entwicklung gelangen die Bewegungsorgane in der Reihe der Anthropoden, wodurch ein vielfältigerer Verkehr mit der Aussenwelt vermittelt wird. Während bei den früheren Thiergruppen die zur Bewegung notwendige Muskulatur, wie wir dies am deutlichsten bei den Würmern sehen, sich durchgehends auf die Hauptachse des Körpers verteilte und eine Bewegung sich hauptsächlich nur auf Contraction und Expansion der Körpermasse erstreckte, finden wir dies bei den Gliederthieren nur in geringem Masse und zwar bei jenen, die in ihrer äusseren Bauart sich noch an die Würmer anschliessen, und zwar an die Anneliden. Diese Gliederthiere, z. B. fusslose Larven, bewegen sich dann in der Weise, dass die in einzelne Leibesringe differenzirte Körpermasse von vorne nach rückwärts sich zusammenzieht und dann umgekehrt wieder ausdehnt, wobei ihnen die beiden Körperenden als Stützpunkte dienen, von welchen aus die vorher angedeuteten Bewegungen ausgehen. Um die Ausführung dieser Bewegungen zu unterstützen, findet man bei vielen derartigen Gliederthieren verschieden gestaltete Anhänge, als Borsten, Häkchen u. s. w. an der ganzen Körperperipherie oder nur auf der Bauchseite, wodurch ein natürlicher Uebergang zum Auftreten der sog. Fussstummeln der Larven und Pentastomiden gegeben ist, die zwar schon als selbstständige Schreitorgane anzusehen sind, aber keineswegs die eigentliche Ortsbewegung von der Hauptachse auf sich übernehmen, sondern vielmehr ebenso wie die oben angedeuteten Anhänge nur als Stützpunkte der Bewegung erscheinen, sich aber von ähnlichen Gebilden der Würmer dadurch unterscheiden, dass sich in sie auch schon die Muskeln des Körpers fortsetzen. Bei der Mehrzahl der Gliederthiere wird die zur Bewegung notwendige Muskulatur von der Hauptachse des Körpers auf die durch weitere Differenzirung der Bewegungsorgane entstandenen gegliederten Anhänge übertragen und wird dadurch das Thier befähigt, die vollkommensten und schwierigsten Formen der Bewegung zu vollführen. Die unmittelbare Folge davon ist, dass die in der Achse gelegenen festen Theile ihre ursprüngliche Gleichartigkeit einbüßen und sich verschiedenartig gliedern, während sich die eigentliche Bewegung von dem ausgebildeten Hautskelette auf die als Ausstülpungen dieses Hautskelettes anzusehenden Gliedmassen überträgt, die ihren Stützpunkt in jenem finden.

Die Muskulatur der Gliederthiere erscheint daher niemals als einziger Hautmuskelschlauch, sondern ist entsprechend der grösseren oder geringeren Seg-

mentirung des Körpers und mit Rücksicht auf die Funktionen, welche den einzelnen Segmenten und den an ihnen vorkommenden Anhängen zufallen, entsprechend gegliedert.

Während sie in jenen Segmenten, die sich nur leicht an einander bewegen, wenig entwickelt ist, finden wir sie dort vorherrschend, wo insbesondere Bewegung vermittelt werden soll, und anderseits bei jenen Gliederthieren, bei welchen die Körpersegmente gleichmässig ausgebildet sind oder sich die Gliedmassen gleichmässig verteilen oder vollständig fehlen, ist auch die Muskulatur dem entsprechend regelmässig verteilt, was auch schon bei den Anneliden angedeutet ist; (z. B. Larven der Insekten und Tausendfüssler). Sämmtliche Muskeln nehmen ihren Ursprung und enden auch in der inneren Seite des Hautskelettes, und zwar findet die Anheftung nach den bisher gemachten Untersuchungen stets an zwei auf einanderfolgenden Segmenten des Körpers oder Abschnitten der Gliedmassen statt. Die dadurch scheinbar bedingte Einseitigkeit der Bewegung wird aber dadurch aufgehoben, dass man ausser diesen Muskeln noch zahlreiche Einzelmuskeln vorfindet, die bezüglich Anhaftung und Richtung eine grosse Verschiedenheit zeigen; so findet man z. B. bei allen Gliederthieren, bei welchen Rücken und Bauchseite durch eine weiche Körperschicht getrennt sind, Muskeln, die vertikal oder auch schräg vom Rückentheil zum Bauchtheil seitwärts verlaufen und durch ihre Kontraktibilität eine Annäherung beider Theile gestatten. Bei manchen Spinnenthieren gehen diese Muskeln sogar durch die Leibeshöhle zwischen den inneren Organen durch. Bei den meisten Gliederthieren aber, bei denen Fortsetzungen des Chitingerüstes in Form von Bänken oder gabelförmigen Gerüsten in das Innere der Leibeshöhle hinein vorkommen, findet man auch daran die Bewegungsmuskeln der Gliedmassen befestigt.

Die Gliedmassen der Gliederthiere zerfallen in ventrale und dorsale; zu ersteren gehören die Beine, zu letzteren die Flügel. Die Beine als Lokomotionsorgane bestehen in ihrer entwickelten Form aus fünf gelenkig mit einander verbundenen Gliedern, die man als Hüfte, Schenkelring, Schenkel, Schiene und Fuss bezeichnet. Während sich diese Theile bei den Insekten durchgehends nachweisen lassen, wenn auch oft in mannigfach veränderter Form, welche durch die Art der Thätigkeit — Schwimmen, Schreiten, Springen — bedingt wird, finden wir schon unter den Spinnen einzelne Gruppen, bei denen Schiene und Fuss nicht mehr von einander zu trennen sind; so bei den Milben; bei den Krustenthieren und Tausendfüsslern ist dies eine ganz gewöhnliche Erscheinung. Am schwierigsten gestaltet sich aber die Herstellung eines Zusammenhanges mit den oberwähnten Gliedern in dem Falle, wenn, wie bei manchen Krustern, die Beine die Form von häutigen Platten oder Blättern annehmen und oft auch noch sich spalten, welche letztere Erscheinung sich besonders an den Endgliedern zeigt. Die Beine sind entweder an allen Körpersegmenten vorhanden, wie bei den Tausendfüsslern, oder sie beschränken sich nur auf bestimmte Körpersegmente in der Zahl von 3, 4 oder 5 Paaren. Während sie im ersteren Falle alle gleichmässig ausgebildet sind, zeigen sie im letzteren Falle verschiedenartige Formen, wie wir dies bei Insekten und Krustenthieren bestätigt finden; es übt daher hier auch die Verteilung einen Einfluss auf die Form aus. Sämmtliche Beine erscheinen als Ausstülpungen des Chitin-

gerüstetes. Von den ventralen Bewegungsorganen durch dorsale Befestigung und durch Mangel an Gliederung verschieden zeigen sich die Flügel, die überdiess nur der höchst entwickelten Gruppe der Gliederthiere, den Insekten, zukommen. Sie sind entweder in der Zahl 2 oder 4 vorhanden und zeigen hinsichtlich Form und Consistenz mannigfache Verschiedenheiten, dienen aber nur allein zur Bewegung.

Vergleichende Tabelle der Bewegungsformen der mittleren Thierreiche (Würmer, Gliederthiere).

Thiergruppe	Bewegung der Hauptachse angehörig:			Bewegung auf gegliederte Anhangsorgane der Achse übertragen	
	blös durch Hautmuskelschlauch	unterstützt durch Borsten oder Saugnapfe	unterstützt durch Fussstummel	diese Organe gleichmässig an allen Leibesringen	diese Organe nur an bestimmten Leibesringen
Würmer	Rundwürmer, Plattwürmer	Ringelwürmer (Lumbricina, Hirudinea)	Ringelwürmer (Chaetopodes)	—	—
Gliederthiere	fusslose Larven der Insekten	—	Insektenlarven; Linquatulina	Myriapoden (Tausendfüsser)	Decapoda; Arachnida; Insecta.

Während bei den Gliederthieren ein äusseres mit der Haut verwachsenes Skelett zur Ausbildung gelangt, welches die Weichgebilde und Muskeln völlig einschliesst, findet man bei den Wirbelthieren die festen Theile am Innern des Körpers und bilden bei den entwickelteren Formen das Innenskelett in der Hauptachse des Körpers, welches in der einfachsten Form als eine ungegliederte, gallertartigknorpelige Achse, Rückensaite, chorda dorsalis, erscheint, die sich allmähig nebst ihren häutigen Scheiden zu gesonderten Wirbeln entwickelt. An dieses innere feste Skelett schliessen sich gegen die Peripherie des Leibes hin die Muskellagen an, welche zur Bewegung der festen Theile dienen. Wo die chorda dorsalis als solche vorhanden ist, trägt sie in ganz gleicher Weise zur Bewegung bei, wie z. B. die ungegliederte, aber biegsame Haut der Nematoden, indem sie gleich dieser der Muskelbewegung einen festen Stützpunkt verleiht. Hat sich die chorda dorsalis bereits in gesonderte feste Wirbel mit weichen Zwischenlagen entwickelt, sind aber selbstständige Bewegungsorgane in Form von Anhängen an der Körperachse noch nicht vorhanden, so findet eine den Würmern analoge Bewegung statt, indem durch Biegungen und Windungen der Wirbelsäule der Körper weiterschoben wird. In diesem Falle sind die einzelnen Wirbel noch ziemlich gleichmässig ausgebildet, die Segmentirung des Körpers ist eine derartige, dass noch gleichartige Theile entstehen, die als Kopf und Rumpf, oder als Kopf, Leib und Schwanz, welcher letzterer dann insbesondere der Bewegung dienlich ist, benannt werden. Treten aber endlich eigene gegliederte Bewegungsorgane auf, so wird ähnlich wie bei den

Gliederthieren die Bewegung von der Hauptachse auf diese Organe übertragen, die nie mehr als in zwei Paaren vorhanden sind, und sind diejenigen Theile des Skelettes, an welchen diese Organe befestigt sind, vorherrschend entwickelt; die Segmentirung des Körpers wird eine ungleichartige: der Körper zerfällt dann vor allen in zwei den Anheftungspunkten der Bewegungsorgane entsprechende Regionen, den Schultergürtel und das Becken mit Kreuzbein, an welche sich dann noch die Hals-, Rücken-, Lenden- und Schwanzregion anschliessen. Wenn man diese Hauptformen der Bewegung nur allein ins Auge fasst, könnte man den Wirbelthiertypus als eine Vereinigung des Wurm- und Gliederthiertypus auffassen.

Bei denjenigen Wirbelthieren, die noch äusserer Bewegungsorgane entbehren, bei denen daher die ganze Körperachse an der Bewegung theilnimmt, findet man die Muskeln als aktive Bewegungsorgane insbesondere ausgebildet; sie sind hier aber, wie bei allen Wirbelthieren, nicht mit der Haut verwachsen, sondern von dieser durch das lockere Unterhautzellgewebe getrennt. Desgleichen findet man die Muskel auch bei jenen Wirbelthieren insbesondere entwickelt, bei denen zwar äussere gegliederte Organe vorkommen, die aber weniger zur Bewegung, als vielmehr als Stützpunkte der Bewegung dienen, in welchem Falle daher ebenfalls noch die ganze Körperachse sich an der Bewegung theilnimmt. Das erstere finden wir bestätigt bei den Schlangen, das letztere bei den Fischen, bei denen die Flossen mehr nur die Bewegung reguliren, als selbst bewegend auftreten. Bei diesen findet man zu beiden Seiten des Rumpfes eine mächtige Lage von Muskeln, die jederseits in eine dorsale und ventrale Schichte sich spaltet und durch ihre Wirkung insbesondere in der hinteren Rumpf- und Schwanzgegend, wesentlich das Schwimmen erleichtert. Bei den Schlangen, denen mit wenigen Ausnahmen äussere Bewegungsorgane oder Stützen der Bewegung fehlen, spannen sich nicht nur zwischen den einzelnen benachbarten Rippen, sondern auch zwischen entfernteren mit Ueberspringung der dazwischenliegenden, Muskeln aus, sodass dadurch im Vereine mit der leichten Beweglichkeit der Wirbel und der Rippen jene sanft wellenförmige Bewegung zu Stande kommt, die wir an diesen Thieren bewundern.

Bei denjenigen Wirbelthieren, bei denen die Bewegung durch äussere gegliederte Organe vermittelt wird, daher die Körperachse nicht mehr in der Weise zur Bewegung beiträgt, wie bei den früher erwähnten, sind auch für diese Organe eigene Bewegungsmuskeln vorhanden, während die Muskeln der Körperachse nur die Bewegung der einzelnen Theile derselben vermitteln und so indirekt sich an der Lokomotion theilnehmen. Diese eigenen Muskeln nehmen ihren Ursprung aus den Seitenrumpfmuskeln der Körperachse und befestigen sich an zwei aufeinander folgende, gelenkartig verbundene Glieder der Bewegungsorgane, um für den gemeinsamen Zweck der Bewegung — Beugen und Strecken der Gliedmassen und dadurch bewirkte Lokomotion des Körpers — harmonisch zusammenzuwirken. Die einzelnen festen Theile der Gliedmassen erscheinen als feste Stützpunkte der Bewegung zugleich aber auch als die Hebel, die bewegt werden sollen.

Im Wesentlichen lassen sich bei den Wirbelthieren in Rücksicht auf Ausbildung und Medium, in dem sich die Thiere bewegen, dreierlei Hauptbewegungswerkzeuge unterscheiden, die aber morphologisch durchgehends gleichwertige Organe sind und denselben Bildungsgang zeigen, aber durch Umbildung, Ver-

kürzung, zum Theil auch durch Reduzirung der einzelnen Theile als scheinbar ganz verschiedene Organe sich darbieten; es sind dies die Flossen, Flügel und Beine.

Die Beine als die entwickeltsten Bewegungsorgane der Wirbelthiere bestehen in ihrer ausgebildetsten Form aus Oberschenkel, Unterschenkel (mit Schien- und Wadenbein) Fusswurzel (aus zwei Reihen von Knochen) Mittelfuss und Zehen in der Fünffzahl und sind in zwei Paaren vorhanden, von denen die vorderen durch den Schultergürtel, die hinteren durch das Becken an die Wirbelsäule befestigt sind. Sie zeigen mannigfache Verschiedenheiten hinsichtlich Zal, Länge und Ausbildung. Was die Zal betrifft, so sind zwar bei den meisten zwei Paare vorhanden, doch reduziert sich nicht selten die Zal auf ein Paar, indem bald die vorderen, bald die hinteren fehlen. Rücksichtlich der Länge gilt der Grundsatz, dass sie bei allen Amphibien und Reptilien, bei denen die Beine mit wenigen Ausnahmen mehr nur als Stützpunkte der Bewegung fungiren, ferner bei allen Säugethieren, die die Beine ausser zum Gehen noch zu anderen Geschäften, z. B. zum Graben, Klettern u. s. w. verwenden, niedrig sind, dort aber, wo sie nur als Träger des Körpers erscheinen, länger sind, wie wir dies bei den meisten Säugethieren bestätigt finden. Auch die Länge der vorderen und hinteren Gliedmassen variirt gegen einander; gleich lang oder fast gleich lang sind sie bei schreitender, die hinteren länger als die vorderen bei springender Bewegung.

Eine Umbildung erfahren die Beine bei denjenigen Wirbelthieren, die im Wasser leben; die einzelnen Theile der Gliedmassen sind gegen einander verkürzt und abgeplattet und stellen äusserlich ungegliederte Ruderflossen dar, während der Körper noch in eine kräftige zur Bewegung beitragende Schwanzflosse ausgeht; bei anderen findet man in ihren verkürzten Theilen bewegliche Gliedmassen, mit einer breiten Ruderflosse endend, indem die einzelnen Zehen durch eine sie umhüllende Haut verbunden sind; in der einfachsten Form spannt sich zwischen den Zehen beider oder nur eines Paares der Extremitäten eine Schwimmhaut aus. Desgleichen sonderbar umgeändert sind die vorderen Beine bei den Flatterthieren; hier breitet sich zwischen den verlängerten Mittelhandknochen und Fingern mit Ausnahme des kurzen Daumens eine zarte Haut aus, die überdies an den beiden Seiten des Rumpfes bis zu den freien Zehen der hinteren Gliedmassen verlaufend die vorderen Gliedmassen in flügelartige Organe umwandelt, so dass diese Thiere zur flatternden Bewegung befähigt sind, eine Erscheinung, die schon bei den Pelzflattern, Flugbeutlern und Flughörnchen angedeutet ist, indem sich bei diesen Thieren zwischen den einzelnen Extremitäten eine Flughaut ausspannt, die als Fallschirm beim Springen Anwendung findet. Die grössten Verschiedenheiten zeigen die Beine wohl hinsichtlich der Ausbildung ihrer einzelnen Theile, insbesondere der Fusswurzel- und Mittelfussknochen und in Verbindung damit der Zehen, während Oberschenkel und Unterschenkel sich ziemlich konstant erweisen. Mehr als fünf Zehen kommen nirgends vor, dagegen reduziert sich ihre Zal allmählig bis auf eine, nämlich die mittlere, und im gleichen Schritt damit vereinfacht sich auch die Fusswurzel und der Mittelfuss, so dass zuletzt nur ein einziger Mittelfussknochen übrig bleibt in Form eines langen Röhrenknochens, wie man dies bei den Einhufern findet; Verwachsungen des Waden- und Schienbeines kommen nicht selten vor, ebenso rudimentäre Ausbildung des ersteren. Im Allgemeinen ist

noch zu bemerken, dass dort, wo die vorderen Gliedmassen bei der Bewegung nur eine einfache Stütze dem Körper bieten, ein Schlüsselbein fehlt, dagegen ein solches überall dort, wo die vorderen Gliedmassen noch andere Vorrichtungen z. B. Graben, Klettern, zu vollführen haben, vorhanden ist; ein Becken fehlt allen jenen, die keine hinteren Gliedmassen besitzen und ist dort, wo diese nur wenig entwickelt sind, rudimentär ausgebildet.

Unter Flügel versteht man im Allgemeinen die mit Federn bedeckten, zur Bewegung in der Luft dienenden vorderen Gliedmassen der Vögel. Sie sind vollkommen den vorderen Gliedmassen der anderen Wirbelthiere gleichzuhalten, da sie nur mit geringen Abweichungen denselben Bau, wie diese zeigen; sie besitzen nämlich nur zwei Handwurzelknochen mit einem verlängerten Mittelhandstück und drei Fingern. Sie dienen im Allgemeinen zur Ortsbewegung in der Luft, versehen aber auch manchmal die Funktion von Ruderorganen, oder unterstützen durch rasche Bewegung das Laufen. Ausser Flügeln besitzen aber alle Vögel noch eigene Bewegungsorgane für das Land, die in die Kategorie der Beine gehören und abgesehen von dem rudimentär entwickelten Wadenbeine und von den zu einem einzigen Knochen, dem Lauf, verwachsenen Fusswurzel- und Mittelfussknochen, an welchen sich die Zehen anschliessen, dieselbe Bauart zeigen. Diese Beine vermitteln aber nicht blos die Bewegung am Lande oder im Wasser, sondern sie dienen auch öfters zu Verrichtungen, die bei anderen Wirbelthieren den vorderen Gliedmassen zukommen, z. B. zum Ergreifen der Nahrung. Nach ihrer speziellen Bauart unterscheidet man sie in Gangbeine, Watbeine und Schwimmfüsse.

Unter Flossen versteht man die eigenthümlichen Bewegungsorgane der Fische. Die hier zuerst in Betracht zu ziehenden Flossen, die als Analoga der vorderen und hinteren Gliedmassen aufzufassen wären, sind die paarigen Brust- und Bauchflossen. Obwohl die Brustflossen manchmal fehlen, kann man sie doch in Rücksicht darauf, dass wenn sie vorhanden, stets eine bestimmte Stellung haben und anderseits mit einem dem Schultergürtel vergleichbaren Gerüste in Verbindung stehen, den vorderen Gliedmassen ganz gleichstellen, da anderseits auch noch zwischen Schultergürtel und Flossenstralen, zwei Reihen kurzer Knochen vorhanden sind, die wol als Arm- und Handknochen mit bedeutender Verkürzung aufgefasst werden könnten. Schwieriger gestaltet sich dies bei den Bauchflossen; denn abgesehen davon, dass sie oft fehlen, und dass sie im Falle des Vorhandenseins ihren Standpunkt wechseln, indem sie bald am Bauche, bald hinten, bald unten, ja sogar vor den Brustflossen stehen, sind sie auch nie mit der Wirbelsäule in fester Verbindung, sondern stecken nur mittelst einzelner Knochenplatten, die man als Becken deuten müsste, entweder lose im Fleische, oder sind sogar wie die Brustflossen am Schultergürtel befestigt. Ausser den erwähnten Brust- und Bauchflossen findet man aber bei den Fischen noch andere meist durch Stralen gestützte Hautsäume, die bald am Rücken gelegen sind — Rückenflosse — bald am Hinterende des Körpers — Schwanzflosse — bald in der Nähe des Afters — Afterflosse, und die ebenfalls die Bewegung unterstützen, insbesondere die Schwanzflosse. Bei manchen Fischen erfahren die Bauchflossen eine bedeutende Verlängerung und werden dann zu Flatterorganen.

Vergleichende Tabelle der Bewegungsformen der höchsten Thierreiche
(Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere.)

Thiergruppe	Bewegung noch vorzüglich der Hauptachse angehörig:		Bewegung übertragen auf die Anhangsorgane der Hauptachse:	
	unterstützt durch chorda dorsalis oder Wirbelsäule	unterstützt durch Flossen, Fussstummel oder kurze Füsse	diese Organe Flügel oder Flatterfüsse	diese Organe Beine
Fische	Leptocardii, Cyclostomi	alle übrigen Fische	—	—
Amphibien	Apoda	Schwanzlunche (Caudata)	—	Frösche (Ecaudata)
Reptilien	Serpentes; Anquis; Ringeleichen	Saurii; Pythonidae	—	Schildkröten
Vögel	—	—	Vögel	Vögel
Säugethiere	—	Flossenfüssler, Wale.	Flatterthiere; Pelzflatterer; Flughörnchen und Flugbeutler.	die übrigen Säugethiere.

2. Die Organe der Empfindung.

Die zweite Reihe der Organe, welche Thier und Pflanze von einander trennen, sind die Organe der Empfindung, welche den Zweck haben, den Verkehr des Innern mit der Aussenwelt zu vermitteln und den Körper zu willkürlicher Bewegung anzuregen; mittelst dieser Organe kommen die Thiere zum Bewusstsein äusserer Einflüsse, andererseits aber auch zur Kenntniss der im Innern des Körpers stattfindenden Störungen. Das allgemeine Organ der Empfindung heisst Nervensystem.

Bei den niedrigsten Thierformen, den Amorphozoen, ist keine Spur eines Nervensystems zu finden, und was von Empfindung vorhanden ist, hat seinen Sitz nicht in eigenen Organen, sondern nur in der Sarkode; jedoch ist man hier eigentlich nicht berechtigt, von Empfindung zu sprechen, da selbe das Bewusstsein von der Einheit des Körpers voraussetzt, was beim Nichtvorhandensein eines eigenen Nervensystems anzunehmen, wohl schwer ist. Man kann bei diesen Thieren höchstens von einer gewissen Reizbarkeit der Sarkodenmasse reden, die auch wirklich vorhanden ist. So lässt sich eine solche Reizempfänglichkeit bei den Schwämmen nachweisen, die sich darin äussert, dass sie die Oeffnungen, von welchen ihre gallertartige Körpermasse durchbohrt ist, auf Einwirkung hin verkleinern und vergrössern, während bei den Polycistinen bis jetzt eine Reizempfänglichkeit nicht beobachtet wurde. Besonders reizbar erscheint die Sarkode bei den Rhizopoden, indem sich selbe in Folge von äusseren Eindrücken ausdehnt oder zurückzieht. In ähnlicher Weise zeigen sich die Infusorien sehr empfindlich gegen äussere Eindrücke, aber auch gegen Licht, Temperatur und riechende Stoffe; sie bewegen sich fast immer dem Lichte zu, und ihre Thätigkeit wird unter Einfluss der Wärme

eine erhöhte; sie suchen Nahrung auf, wobei sie am meisten wol der Geruch leitet und wo es Nahrung gibt, sind sie zahlreicher versammelt, was wohl schon als erste Spur eines Bewusstseins gedeutet werden könnte. Ebenso wie bei den vorerwähnten, fehlen auch den Polypen jegliche Organe der Empfindung; jedoch zeigen die hier schon in der Sarkodemasse teilweise auftretenden „Muskelfasern“ eine erhöhte Reizempfänglichkeit für äussere Eindrücke, insbesondere für Licht.

Bei allen anderen Thiergruppen ist ein Nervensystem mehr oder weniger deutlich überall nachgewiesen, zeigt aber innerhalb derselben derartige Verschiedenheiten in der Anordnung der einzelnen Theile, dass man mit Berücksichtigung aller dieser Verschiedenheiten gewisse Haupttypen aufstellen kann, und zwar den bilateralen Typus der Wirbelthiere, den bilateralen der Gliederthiere, den bilateralen der Mollusken und den radiären Typus der Strahlthiere.

1) *Das bilaterale Nervensystem der Wirbelthiere.*

Das Nervensystem der Wirbelthiere lässt deutlich einen centralen und einen peripherischen Theil unterscheiden. Der centrale Theil erscheint in der einfachsten Form als ein längs des Rückens gelegener Strang, Rückenmark genannt, der gleichmässig den Körper durchzieht, und im Innern einen Hohlraum besitzt, den man den Centralkanal des Rückenmarkes nennt; so beim Lanzettfischchen. In seiner weiteren Ausbildung differenzirt sich der vordere Theil dieses Rückenstranges zu einem „Gehirn“, das also nur als eine Erweiterung des Rückenmarkes zu betrachten ist, (daher sich auch der Rückenmarkskanal in selbes fortsetzt [Hirnhöhlen]) und sich von diesem nur durch die Grösse und weitere Ausbildung unterscheidet. Dieses Gehirn ist anfangs, wie z. B. bei allen Fischen, klein, und ähnelt dem embryonalen Gehirne der höheren Wirbelthiere und besteht aus einer Reihe meist paariger hintereinander liegender Anschwellungen, in der Schädelkapsel eingeschlossen, ohne dieselbe auszufüllen, welche den einzelnen Theilen des Embryonalhirnes der höheren Wirbelthiere entsprechen, und eine mehr gleichmässige Ausbildung zeigen; den vorderen Theil bilden meist zwei kleinere rundliche Massen, die unten durch einen markigen Strang mit einander verbunden sind, während zwei symmetrische innen hohle kuglige Massen das Mittelhirn bilden; unter selben liegt ein unpaarer Gehirnanhang mit zwei seitlichen eirunden Anschwellungen, das Zwischenhirn; das Hinterhirn bildet einen unpaaren Abschnitt, an dem sich dann das verlängerte Rückenmark anschliesst.

Bei den Amphibien und Reptilien sind diese Anschwellungen ungleichmässiger; das Vorderhirn übertrifft an Grösse das Zwischen- und Mittelhirn, und bedeckt bei den Reptilien schon zum Theil das Mittelhirn; an und für sich bleibt aber das Gehirn noch klein, an der Oberfläche glatt und ohne Windungen, wie bei den Fischen. Bedeutend mehr als bei Reptilien ist das Gehirn bei den Vögeln entwickelt; es hat zwar noch keine Windungen, aber das Vorderhirn bildet bereits zwei grosse Halbkugeln, die das Zwischen- und Mittelhirn bedecken; auch das Hinterhirn ist stärker ausgebildet und zeigt ausser dem unpaaren Abschnitte kleine seitliche Anhänge, die schon bei einzelnen Reptilien angedeutet sind; das verlängerte Rückenmark bildet mit dem eigentlichen Rückenmark einen starken Winkel.

Den höchsten Grad der Entwicklung erreicht das Gehirn bei den Säugethieren, sowohl was Masse als auch Ausbildung anbelangt. Die zwei grossen Halbkugeln zeigen an der Oberfläche charakteristische Windungen, die nur bei den niederen Säugethieren noch fehlen, in Zahl und Tiefe aber im allgemeinen verschieden sind und nicht, wie man früher annahm, mit der höheren Rangstufe der Thiere in Verbindung stehen, sondern, wie Daresté nachgewiesen, mit der Grösse des Thieres, so dass innerhalb derselben Ordnung kleinere Formen fast glatte, grössere Formen windungsreiche Hemisphären besitzen. Diese Halbkugeln füllen nicht bloss den vorderen Theil des Schädels aus, sondern überdecken auch das Mittel-, Zwischen- und nicht selten auch das Hinterhirn. Letzteres, das kleine Gehirn, besteht bei den niederen Formen noch aus dem sogenannten Mittelstück, bei den höheren Säugethieren ist dies gegen die Seitenlappen in der Entwicklung zurückgedrängt und bildet beim Uebergang in das Rückenmark eine starke mittlere Anschwellung, die Varolsche Brücke, die bei den Vögeln noch fehlt.

Was das Rückenmark betrifft, so lässt sich zeigen, dass selbes wie das Gehirn mit der höheren Entwicklung des Thieres an Masse zunimmt, doch nicht in dem Verhältnisse, wie das Gehirn, indem es von diesem an Masse sehr bald übertroffen wird. Dort wo das Gehirn sehr klein ist, überwiegt das Rückenmark dieses bedeutend, wie wir dies bei Reptilien, Amphibien und Fischen finden; bei den Vögeln und Säugethieren findet das umgekehrte Verhältniss statt. Bei den Fischen erstreckt sich selbes im allgemeinen gleichmässig durch den Rückgratkanal und ist selten platt, meist cylindrisch; ähnliches findet man bei den Amphibien, nur erscheinen hier schon im Rückenmark den Ursprungstellen der Extremitätsnerven entsprechende Anschwellungen. Bei den Reptilien sind Gehirn und Rückenmark an Masse fast ganz gleich, letzteres aber noch so lang als das Rückgrat; die Anschwellungen sind vorhanden, verschwinden aber mit dem Mangel an Gliedmassen; bei den Vögeln reicht es fast bis an das Ende des Rückgrates, während es bei den Säugethieren den Wirbelkanal gewöhnlich nur bis zur Kreuzbeinregion erfüllt. Die Anschwellungen sind in beiden Fällen im Verhältnisse zur Ortsbewegung entwickelt, jedoch besteht bei den ersteren die sogenannte cauda equina nur aus wenig Nervenstämmen, während sie bei den Säugethieren mächtig entwickelt ist.

Während das Gehirn als Träger der geistigen Fähigkeiten und als Centralorgan der Sinneswerkzeuge erscheint, bildet das Rückenmark die Leitung für die vom Gehirne übertragenen Reize, und ist insbesondere das Organ der Uebertragung von Erregungen ohne Mitwirkung des Gehirns, so bei der sogenannten Reflexbewegung, bei der Mitempfindung und Mitbewegung.

Unter dem peripherischen Theil des Nervensystems begreift man alle im Körper verlaufenden, aus Nervenfasern bestehenden Nervenbündel, die als lange Stränge und feinere Fäden theils vom Gehirne, theils vom Rückenmarke ausgehen und sich von da aus im ganzen Körper vertheilen. In der ausgebildetsten Form entspringen an der unteren Seite des Gehirnes 12 Nervenpaare, von denen acht dem eigentlichen Gehirn und vier dem verlängerten Rückenmark angehören; die ersteren haben ihren Verlauf nur im Kopfe, während die letzteren auch Zweige in die Eingeweide abgeben. Die dem eigentlichen Gehirne angehörigen Nerven-

paare sind der Reihe nach 1) der Riechnerv; 2) der Sehnerv; 3) der Augenmuskelnerv; 4) der Rollmuskelnerv der Augenmuskeln; 5) der dreitheilige Nerv, der zu dem Gesicht, zu den Zähnen und den Kiefermuskeln je einen Zweig entsendet; 6) der äussere Augenmuskelnerv, der in der Augenhöhle die äusseren Augenmuskeln mit Nervenfasern versieht; 7) der Gesichtsnerv, versorgt die Haut der Schläfe, des äusseren Augenwinkels und eines Theiles des Backens, sowie des Kinnes und des oberen Theiles des Halses; 8) der Gehörnerv; 9) der Geschmacksnerv; 10) der herumschweifende Nerv, der bis zu den Lungen und dem Magen verläuft; 11) der Zungenmuskelnerv und 12) der Nackenmuskelnerv. Vom Rückenmark entspringen 31 Nervenpaare, von denen 8 dem Halse, 12 dem Rücken, 5 der Lende, 5 dem Kreuzbein und 1 der Gegend zwischen dem Kreuzbein und den Schwanzwirbeln angehören; sie haben alle zwei Wurzeln, eine vordere (untere) und eine hintere (obere), welche zu einem rundlichen Stamme jederseits verschmelzen, und von welchen die vordere Bewegungsfasern, die hintere Empfindungsfasern enthält, so zwar, dass jeder vom Rückenmark entspringende Nervenstrang Bewegungs- und Empfindungsnerven abgibt.

In der vorbesprochenen Form findet man das peripherische Nervensystem im allgemeinen bei den Säugethieren, den Vögeln und auch den Reptilien ausgebildet. Bei manchen nackten Amphibien und Fischen reduziert sich die Anzahl der Gehirnnerven, indem der Gesichtsnerv und die Augenmuskelnerven mit dem dreitheiligen Nerven zusammenfallen, während der Zungenmuskelnerv und der Nackenmuskelnerv als Theile des herumschweifenden Nerven erscheinen.

2) *Das bilaterale Nervensystem der Gliederthiere und Würmer.*

Das Nervensystem der Gliederthiere zerfällt gleich dem der Wirbelthiere in einen centralen und einen peripherischen Theil; der centrale Theil lässt aber kein eigentliches Gehirn und Rückenmark unterscheiden, sondern zeigt eine für die Gliederthiere charakteristische Anordnung. Die im Körper auftretenden Nervenanschwellungen, Ganglien genannt, bilden hier einen sogenannten Schlundring und einen Bauchstrang. Der Schlundring besteht gewöhnlich aus zwei über dem Schlunde gelegenen Nervenanschwellungen, dem oberen Schlundganglion, und zwei unter demselben liegenden, dem untern Schlundganglion, welche durch zwei den Schlund umschliessende Bänder, Commissuren, mit einander in Verbindung stehen.

Das obere Schlundganglion wird auch als Gehirnganglion oder kurzweg Gehirn bezeichnet, ist aber keineswegs mit dem „Gehirne“ der Vertebraten zu vergleichen, während der Bauchstrang (oder Bauchganglienreihe) wegen seiner dem Rückenmark der Wirbelthiere entgegengesetzten Lage auch als „Bauchmark“ benannt wird. Der Bauchstrang besteht aus einer Reihe von central gelegenen Ganglienpaaren, verbunden durch paarige Commissuren, und steht mit dem untern Schlundganglion in Verbindung.

Innerhalb der Reihe der Gliederthiere weist aber dieser allgemeine Bauplan zahlreiche Verschiedenheiten auf. Was das Gehirnganglion betrifft, so hängt seine Entwicklung mit der der Sinnesorgane, insbesondere der Werkzeuge zusammen. So findet man bei den parasitischen Copepoden, bei denen die Werk-

zeuge rudimentär oder gar nicht entwickelt sind, das Gehirn als eine einfache Commissur ausgebildet, indem vom untern Schlundganglion seitlich ein Paar Nervenstämmen nach vorn verlaufen, ohne sich oberhalb des Schlundes zu einem Ganglion zu vereinigen; ähnliches zeigt sich noch bei einigen Acarinen. In manchen Fällen ist das Gehirnganglion mit dem unteren Schlundganglion nur durch äusserst kurze Commissuren verbunden, so dass beide Ganglien fast als eine Masse erscheinen, die von der Speiseröhre durchbrochen ist, wie das bei den Arachniden zum grossen Theil der Fall ist. Im allgemeinen wäre sonst noch zu bemerken, dass diejenigen Gliederthiere, bei denen die Sehwerkzeuge insbesondere ausgebildet sind, auch ein besonders ausgebildetes Gehirnganglion aufweisen, sogar schon mit einer Reihe von Anschwellungen, wie dies insbesondere unter den Insekten bei den Hautflüglern zu Tage tritt.

Bei weiten den meisten Veränderungen ist wohl die Bauchganglienreihe unterworfen, sowohl was die Zahl der Ganglien als auch die Grösse derselben betrifft.

Ist der Körper in gleichmässige Segmente getheilt, wie wir dies bei den Larven der Insekten den Tausendfüssern, und auch manchen Krustenthieren finden, so sind auch die Ganglien gleichmässig gegliedert und von einander entfernt und entspricht fast jedem Segmente ein eigenes Ganglion. Sobald aber eine ungleichmässige Gliederung des Körpers eintritt und einzelne Segmente auf Kosten der andern sich vergrössern, erscheint auch die Grösse der Ganglien verschieden, so dass die den grösseren Brustsegmenten entsprechenden Ganglien die den kleinern Hinterleibssegmenten angehörigen übertreffen, bis endlich in Folge Verkürzung der Längscommissuren einzelne nahe liegende Ganglien so unter einander verschmelzen, dass einzelne centrale Nervenmassen gebildet werden, die man wohl noch von einander unterscheiden kann; zuletzt verschwinden die Längscommissuren gänzlich und 2—3 getrennte Nervenmassen erscheinen als Bauchstrang. Im äussersten Falle verschmelzen auch diese Nervenmassen noch untereinander zu einem einzigen Nervenknotten, wie bei den Acarinen und den brachyuren Decapoden; bei einigen parasitischen Insekten vereinigt sich sogar das untere Schlundganglion mit dem Bauchmarke.

Deutlich ausgebildet im allgemeinen ist auch das peripherische Nervensystem, dem jene Nerven angehören, die theils entweder unmittelbar aus den Ganglien oder auch aus den Commissuren der Bauchganglienreihe ihren Ursprung nehmen. So entsendet das obere Schlundganglion die Sinnesnerven für Fühler und Augen, aber auch Bewegungsnerven für diese, während die für die Muskulatur und Bedeckung bestimmten Nerven aus den Ganglien des Bauchstranges ihren Ursprung nehmen. Die im centralen Nervensystem ausgeprägte Gliederung erstreckt sich auch auf den peripherischen Theil, indem die einzelnen Nerven hinsichtlich ihrer Wirkung nicht vom ganzen Centrum abhängen, sondern von den einzelnen Theilen, aus denen sie entspringen.

In seinem Bauplane vollständig übereinstimmend mit dem Nervensysteme der Gliederthiere ist das der Würmer, das daher nicht als eigener Typus aufgefasst werden kann.

In der einfachsten Form erscheinen im Kopftheile über dem Schlunde 2 durch eine Quercommissur verbundene Nervenknotten, die man als „Hirnganglien“

bezeichnet, von denen zwei Nervenfäden, die an den Seiten des Körpers verlaufen, ausgehen. Bei manchen sind diese sehr wenig entwickelt und kaum von andern aus der „Hirnganglien“ entspringenden Nerven zu unterscheiden, z. B. bei einigen Trematoden, während sie bei andern z. B. den Nemertinen deutlich hervortreten, und bei Oerstedtia schon an die Bauchseite rücken, als erste Andeutung eines ventralen Bauchstranges. Bei den Gephyreen gesellt sich zu den Gehirnganglien auch ein Schlundring, der mit dem ventralen einfachen „Bauchstrange“ in Verbindung steht. Die höchste Ausbildung, in der sich die Würmer unmittelbar an die Gliederthiere anreihen, erreicht das Nervensystem bei den Anneliden, bei welchen zu dem oberen Schlundganglion noch eine Reihe von ventralen Ganglien hinzukömmt, die durch Quercommissuren mit einander verbunden, mit dem Gehirnganglion durch eine Schlundcommissur vereinigt sind.

Das peripherische Nervensystem zeigt eine den Gliederthieren gleiche Ausbildung.

3) *Das bilaterale Nervensystem der Mollusken.*

Das Nervensystem der Mollusken bildet ein Mittelding zwischen dem der Würmer und dem der Gliederthiere. Von dem der Würmer unterscheidet es sich durch das Vorhandensein eines unteren Schlundganglions, von dem der Gliederthiere im allgemeinen durch den Mangel der Bauchganglienkette, nähert sich aber wohl am meisten dem der Gliederthiere, da ja das untere Schlundganglion als erstes Ganglienpaar der Bauchganglienkette betrachtet werden und daher den Mollusken eine reduzierte Bauchganglienkette zugeschrieben werden kann; aus diesem Grunde könnte man auch füglich den Typus der Mollusken mit jenem der Gliederthiere vereinigen. Das Nervensystem dieser Thiere besteht daher aus einem oberen paarigen Schlundganglion, und einem eben solehen unteren Schlund- oder Fussganglion, beide durch Commissuren zu einem Schlundring verbunden.

Auch hier steht die Entwicklung des oberen Ganglions im Zusammenhange mit der der Sehwerkzeuge, so dass z. B. bei den Lamellibranchiaten, bei denen ein mit Sinnesorganen versehener Kopf mangelt, dasselbe wenig entwickelt erscheint, während anderseits bei den Cephalophoren, bei denen ein mit Sinnesorganen versehener Kopf vorhanden ist, das Gehirnganglion eine bedeutende Entwicklung erreicht. Bei den Cephalopoden und Schnecken umschliesst der Schlundring enge die Speiseröhre, indem die Commissuren so kurz sind, dass die beiden Ganglien sich dicht an einanderschliessen; bei den Lamellibranchiaten dagegen liegen die untern Schlundganglien tief im Fusse, daher die Commissuren lang und der gesammte Schlundring weit ist.

Bei den niedern Weichthieren, den Tunikaten und Bryozoen, besteht das centrale Nervensystem aus einem einzigen Ganglion, das bei den Bryozoen dem Schlunde aufgelagert ist, bei den Ascidien an der Rückenfläche zwischen den beimantelöffnungen, bei den Salpen dagegen über der Anheftstelle der Kiemen gelegen ist.

Als peripherisches Nervensystem erscheinen Nerven, die von dem oberen Ganglion entspringend, theils den Sinnesorganen angehören, theils den um den

Kopf gestellten Armen und ausserdem dem Mantel; die vom untern Ganglion ausgehenden Nerven versorgen die Muskeln des Fusses.

Der bilaterale Typus in der Anlage des Nervensystems ist bei den niedern Weichthieren bereits verschwunden und ist dadurch, dass von einem einzigen Ganglion Nerven ausstrahlen, der Uibergang zu dem folgenden gegeben.

4) *Das radiäre Nervensystem der Strahlthiere.*

Am deutlichsten erscheint dasselbe bei den Echinodermen ausgebildet und charakterisirt sich dadurch, dass es aus, den einzelnen Radien des Körpers entsprechenden, wenig verdikten, Ganglien besteht, die als Wiederholungen desselben Centralorgans anzusehen sind und als Ambulacralgehirne bezeichnet werden; jedes solche Ambulacralgehirn, das ventral gelegen ist, besitzt einen dem Munde zulaufenden Stamm, der sich in der Nähe des Mundes in 2 Aeste theilt, die nach rechts und links ausbiegen und mit den Aesten der nächst gelegenen Nervenstämme in Verbindung treten, so dass dadurch ein aus Commissuren bestehender Nervenring gebildet wird. Dieser Nervenring kann aber nicht dem Schlundringe der früheren Thiergruppen gleichgestellt werden, da die in den Radien gelegenen Nervenstämme in Folge ihrer ventralen Lage und da sie ganz gleichwerthig sind, obere und untere Ganglien nicht unterscheiden lassen, vielmehr der Bauchganglienkette entsprechen, daher denn die den Nervenring bildenden Commissuren als Commissuren des Bauchmarkes anzusehen sind; als peripherische Nerven erscheinen Abzweigungen von den Hauptstämmen zu den Füsschen, Muskeln der Stacheln, Pedicellarien u. s. w.

Bei den Coelenteraten ist bis jetzt nur bei den Rippenquallen und bei den Medusen ein Nervensystem nachgewiesen; durch Untersuchungen von Fritz Müller wurde bei den Medusen ein längs des Scheibenrandes sich hinziehender faseriger Ring aufgefunden, der in regelmässigen Abständen an der Basis der Tentakeln und zwischen diesen Anschwellungen bildet und durch weitere Untersuchungen Häckels als Nervenring hingestellt wurde, und zwar so, dass die erwähnten Anschwellungen als die durch Fasern verbundene centralen Theile aufzufassen wären, während als peripherische Nerven aus diesen centralen Theilen entspringende Fäden, die theils in die Tentakeln verlaufen, theils die Radialkanäle begleiten, gelten.

Das Nervensystem der Rippenquallen ist selbst dermalen noch strittig; nach Untersuchungen vom Miln Edwards und Leukart soll dasselbe aus mehreren mit einander verbundenen Ganglien bestehen die am hinteren Ende des Körpers sich befinden und von denen einzelne der Zahl der Rippen entsprechende Nerven abgehen; Kölliker und L. Agassiz deuten aber diese angeblichen Nerven als oberflächliche Flimmerstreifen.

Im Gegensatze zu dem „animalen“ Nervensystem, zu dem das Gehirn, Rückenmark und die peripherischen Nerven gehören, unterscheidet man bei allen höher organisirten Thieren noch ein vegetatives Nervensystem, bestehend aus Ganglien, von welchen Nervenfasern zu jenen Organen ausgehen, die vom Willen des Thieres unabhängig sind, also zu den Organen der Ernährung im weiteren Sinne und zu denen der Fortpflanzung.

Bei den Wirbelthieren findet man es fast überall; nur bei den Röhrenherzen und Rundmäulern ist es nicht nachgewiesen, und scheint bei den letzteren durch den herumschweifenden Nerv vertreten zu sein. Sonst besteht es im wesentlichen aus dem sog. Grenzstrang, gebildet durch eine Anzahl kleinerer Ganglien, die durch Längscommissuren untereinander, andererseits aber auch mit dem centralen Nervensystem in Verbindung stehen, und jederseits an der unteren Fläche der Wirbelsäule liegen. Die von diesen Ganglien ausgehenden Nerven bilden mit den direct zu den Eingeweiden verlaufenden Nerven mannigfache Geflechte.

Auch für die meisten Gliederthiere ist das Eingeweidenervensystem nachgewiesen und steht mit dem Bauchmarke und den von ihm ausgehenden Nerven im innigen Zusammenhange; es besteht aus einzelnen Nervenknotten, die der Oberfläche des Bauchmarkes aufliegen und entsendet Nerven zu den Tracheenstämmen und Muskeln der Stigmen; ausserdem findet man noch paarige und unpaarige Eingeweidenerven; diese ersteren bilden zwei vom Gehirnganglion ausgehende Nervenstämme, die an der Seite des Darmes nach rückwärts verlaufen und jederseits eine Ganglienkette bilden; der unpaare Eingeweidenerv nimmt seinen Ursprung in dem vor dem Gehirnganglion liegenden sog. Stirnganglion, verläuft nach rückwärts und verzweigt sich am Darm und Magen.

Bei den Mollusken, wenigstens noch bei den höher organisirten, erscheint das Eingeweidenervensystem deutlich ausgebildet und besteht wie bei den Gliederthieren aus zwei Parthien, von welchen die eine die Mundorgane und den vorderen Theil des Darmes versorgt, während die andere dem hinteren Darmabschnitte, ferner den Kreislauf-, Athmungs- und Fortpflanzungsorganen angehört; beide haben ihren Ursprung in dem Schlundring und zwar entweder im oberen oder im unteren Theile desselben, und bilden eigene Ganglien. Der ersteren Parthie entsprechen gewöhnlich ein oder mehrere Paare von Ganglien, die dem Schlunde aufliegen und mit dem oberen Ganglion des Schlundringes in Verbindung stehen; der zweiten Parthie in der einfachsten Form zwei Ganglien, die durch eine hintere Commissur mit dem oberen Ganglion vereinigt sind, in manchen Fällen aber auch nur ein Ganglion, das mit der untern Nervenmasse des Schlundringes zusammenhängt.

Die Sinnesorgane.

Zu dem centralen Nervensystem als Endapparate von Empfindungsnerven gehörig, sind die Sinnesorgane zu erwähnen.

Da von Sinnesorganen überhaupt nur dort gesprochen werden kann, wo es bereits zu einer Sonderung des Nervensystems gekommen ist, sind auch bei denjenigen Thieren, bei denen die Sarkode noch in dieser Beziehung indifferent erscheint, keine Sinnesorgane im gewöhnlichen Sinne vorhanden und ist vielmehr jeder Theil der Sarkode, so weit er reizempfänglich ist, eine Art Sinnesorgan, wenn auch der niedersten Form. In Rücksicht darauf bezeichnet man auch jene Sinnesorgane, die mehr der allgemeinen Körperbedeckung oder Fortsätzen derselben angehören, als niedere Sinnesorgane und rechnet zu diesen die Organe des Fühl- und Tastsinnes, während die Organe des Gehörs, des Gesichts, des Geschmackes und Geruches als weiter differenzirte Organe, als höhere Sinnesorgane dargestellt werden.

Unter den uns bekannten Sinnen am meisten verbreitet unter den Thieren ist wohl der Gefühl- und Tastsinn. Bei den Säugethieren ist es in erster Linie die Körperhaut, die durch in ihre Papillen endigende Nerven, Träger dieses Sinnes wird, und zwar sind es insbesondere Nerven ausbreitungen in der Haut der Extremitäten (so in den Fingerspitzen der Affen und den Handflächen derselben,) ferner auch an der Spitze der Zunge. Auch der Rüssel und die Lippen dienen als Organe dieses Sinnes, insbesondere aber die Barthaare, die man bei nächtlich lebenden Thieren vorzüglich entwickelt findet und durch zahlreiche Nerven an ihren Wurzeln sehr empfindlich sind.

Bei den Vögeln erscheint als Träger des Gefühlsinnes nur der Schnabel, der in diesem Falle mit einer nervenweichen Haut bekleidet ist, indem die vorderen Extremitäten durch ihre Federbedeckung, die hinteren durch ihre meist harte, nervenarme Haut nicht dazu geeignet sind. Bei den Reptilien erscheint mit Ausnahme der Schlangen die Haut in Folge ihrer Bedeckung wenig geeignet als Organ des Gefühls- und Tastsinnes und scheint hier die Zunge allein in dieser Weise zu fungiren, während gerade bei den Amphibien die Haut in Folge ihrer Nacktheit vorzüglich dazu geeignet ist; bei den Fischen sind es die in der Nähe des Mundes stehenden Barteln, bei einzelnen wohl auch von den Bauchflossen sich loslösende Strahlen, die als Tastorgane gebraucht werden; jedoch scheint auch das System der Seiten- und Kopfkanäle einen eigenthümlichen Gefühlsinn der Haut zu vermitteln.

Bei den Gliederthieren erstreckt sich der Tastsinn nur in jenen Fällen auf die allgemeine Körperhaut, wo diese weich erscheint, sonst aber vermitteln diesen Sinn eigene Anhangsgebilde, Tasthaare oder Tastborsten, die zwar an verschiedenen Stellen des Körpers vertheilt, doch vorzugsweise den Fortsätzen des Körpers angehören.

So findet man bei den Insekten dergleichen Tasthaare über den ganzen Körper mancher Larven vertheilt, vorzugsweise aber bei entwickelten Insekten an der Fusssohle des Tarsus, an den Endgliedern der Taster und an den Fühlern; bei den Spinnen sind es die Kiefertaster und gleichfalls die Enden der Extremitäten und nur ausnahmsweise bei den Skorpionen zwei kammförmige mit vielen Tastpapillen versehene Anhänge an der Basis des Abdomens, zwischen welchen die Sexualorgane ausmünden, die als Tastorgane fungiren; bei den Krustenthieren scheint bei einzelnen die Körperbedeckung Sitz der Tastempfindung zu sein, in den meisten Fällen jedoch sind es eigene „Taststäbchen“ die sich an den Fühlern und andern Anhangsgebilden des Körpers vorfinden; in ähnlicher Weise ist bei den Würmern entweder die Haut an und für sich Tastorgan in Folge von Tastpapillen, die sich in ihr vorfinden, (so die Mund- und Schwanzpapillen bei den Nematoden), gewöhnlich sind es aber Borsten, die entweder an der ganzen Oberfläche des Körpers, oder nur am Kopftheile vertheilt sind.

Bei den Weichthieren ist der Tastsinn überall dort, wo die Haut weich ist, an diese gebunden, nicht selten aber auch an eigene Organe wie an die Mundlappen und die Tentakeln am Mantelrande und die Kopftentakeln der Cephalophoren.

Bei den Stralhtieren mögen wohl die Saugfüßchen und die Tentakeln als Tastorgane dienen, jedoch ist diess noch nicht sichergestellt.

Am nächst meisten verbreitet unter den Sinnen ist dann der Gesichtssinn. Wenn man von den rothen Flecken auf dem vorderen Theile des Körpers der Infusorien absieht, die man in Folge ihrer Form, Lage und Farbe den Punkt-
 augen vergleicht, aber keineswegs allgemein noch als solche erkannt worden sind, so treten Organe des Gesichtssinnes zuerst bei den Coelenteraten in Form der Randkörperchen an der Scheibe der freilebenden Medusen auf; diese Randkörperchen sind knopfförmige Anhänge, an denen andere rundliche Körper in der Zahl 1 manchmal auch 3 angebracht sind, die hell- und lichtbrechend sind, dem Linsenkörper entsprechen, und mit Pigment überzogen sind; manchmal sind diese Knöpfchen beweglich, auch sogar gestielt. Unter den Echinodermen findet man ähnliche Pigmentflecken bei den Synapten um den Mund herum, und bei den Echiniden in besonderen Platten um den Rückenpol, während eigene Sehwerkzeuge nur den Seesternen zukommen, und zwar solche, die in ihrer Bauart an die zusammengesetzten Augen der Gliederthiere erinnern; sie befinden sich an der Spitze der Arme, dem Lichte zugekehrt, aufsitzend auf eigenen Erhöhungen und bestehen aus mehreren lichtbrechenden Körperchen, jedes von einem Pigment bedeckt und mit einer Nervenendigung des betreffenden Ambulacragehirnes versehen.

Bei den Mollusken erreichen die Sehwerkzeuge schon einen hohen Grad der Ausbildung; sie sind entweder in grösserer Anzahl vorhanden, so am Mantelrande der Lamellibranchiaten, gewöhnlich kommen sie aber paarig am Kopfe vor.

Auch Pigmentflecken finden sich noch hier, so am Ende der Athemröhre bei einzelnen Muschelthieren und an den Ein- und Ausfuhröffnungen des Wassers bei den Seescheiden.

Die am Mantelrande stehenden Augen der Muschelthiere bilden auf eigenen Augenstielen sitzende Knöpfchen von smaragdgrüner oder braunrother Farbe, zu welchen Nervenendigungen aus den Mantelnerven verlaufen und zeigen im wesentlichen denselben Bau, wie die Sehorgane der höheren Mollusken. Diese letzteren, paarig vorhanden, sind entweder der Haut eingebettet, oder sie sitzen auf eigenen Stielen, die mit den Tentakeln in Verbindung sind oder selbstständige Augenträger darstellen; in ihrem Baue zeigen sie grosse Aehnlichkeit mit dem Auge der Wirbelthiere, unterscheiden sich aber dadurch, dass eine eigentliche Hornhaut, die von der Körperhülle gebildet wird, fehlt, ja bei einzelnen sogar die ganze vordere Wandung, so dass der nach aussen gewendete Theil der Linse in unmittelbarer Berührung mit dem äusseren Medium sich befindet.

Die Augen der Gliederthiere stehen schon in der Regel am Kopfe, nur ausnahmsweise finden sie sich an andern Theilen des Körpers vor. In der einfachsten Form bilden die Augen noch Pigment-Flecke ohne lichtbrechende Substanzen, die also nur hell und dunkel unterscheiden lassen, wie bei einzelnen niedern Würmern und kopflosen Larven mancher Insekten; in der weiteren Entwicklung treten in der Pigmentmasse ein, dann auch mehrere lichtbrechende Körper, Krystallstäbchen genannt, ohne lichtbrechende Hornhaut, und ohne mit dem Körperintegument verbunden zu sein, auf (Plattwürmer, Naupliusformen, Daphnoiden.) Tritt die Hautschichte in Verbindung mit dem Auge als Hornhaut, so bedeckt selbe entweder auch nur ein einziges Krystallstäbchen (Copepoden) oder eine grössere Anzahl derselben, und im letzteren Falle ist die Hornhaut entweder glatt und gehört

allen Krystallstäbchen gleichmässig an (Spinnen) oder sie ist facettirt und jedem Krystallstäbchen entspricht eine Facette (Insecten). Die Augen der Gliederthiere unterscheidet man daher in einfache und zusammengesetzte.

Bei den Wirbelthieren finden sich stets zwei Augen am Kopfe, deutlich sichtbar und nur in seltenen Fällen verborgen; sie sind mit von Wimpern besetzten, beweglichen Augenliedern bedeckt und liegen überdies noch zum Schutze in festen Höhlen des Kopfes. Das Auge besteht aus nach aussen liegenden Häuten, den lichtbrechenden Mitteln und dem von rückwärts eintretenden Sehnerven, der sich zur Netzhaut ausbreitet; der vordere Theil des Auges ist von der durchsichtigen Hornhaut bedeckt, durch welche die Lichtstrahlen in das Innere eintreten, welches von der Linse, den selbe umgebenden Feuchtigkeiten und vom Glaskörper erfüllt ist, die als brechende Substanzen auf der Netzhaut ein Bild erzeugen, welches dann durch den Sehnerv zur Wahrnehmung des Thieres gelangt.

Um überflüssige, für die Reinheit des Bildes schädliche Strahlen abzuhalten, ist das Augenpigment der Gefässhaut und die Regenbogenhaut vorhanden, welche letztere sich vor der Linse ausbreitet, und von der Pupille, die verengt und erweitert werden kann, durchbrochen wird.

Innerhalb der einzelnen Wirbelthierklassen zeigen sich aber mannigfache Abänderungen; so fehlen bei manchen Fischen, Amphibien und Reptilien die Augenlieder und bei den zu letzteren gehörigen Schlangen ist das Auge von der dünnen Körperhaut wie von einem Uhrglase bedeckt; bei Andern, insbesondere bei den Vögeln, tritt zu den beiden Augenliedern noch eine dritte bedeckende Haut, die Niekhaut, welche wie ein Vorhang über das Auge gezogen werden kann; dazu kommen noch die zahlreichen Formänderungen, die die Hornhaut, Pupille und Linse erleiden.

Das Gehörorgan erscheint in der einfachsten Form als ein mit einer Flüssigkeit angefülltes Bläschen, versehen mit mehreren krystallartigen Concrementen in Form der schon früher erwähnten Randkörper bei den Quallen; ähnliche Gebilde findet man bei den Synapten. Bei den Würmern, Krustenthieren, und Mollusken erscheint das Gehörorgan ebenfalls als ein Bläschen, an der Innenwand mit Cilien bekleidet, erfüllt mit Flüssigkeit und in derselben ein oder mehrere kalkige Stäbchen, die sich fortwährend in zitternder Bewegung finden und Otolithen genannt werden. Bei den Würmern sind diese Organe entweder dem Gehirnganglion aufgelagert, oder sie liegen paarig an den Seiten des Schlundringes; bei den höheren Krustenthieren liegen sie am Basalgliede der inneren Fühler, seltener in den Schwanzplatten am hinteren Leibesende, bei den Mollusken entweder am Fussganglion oder am Gehirnganglion, erhalten aber im ersteren Falle doch von letzteren Ganglion die Nerven.

Unter den übrigen Gliederthieren sind bei den Myriapoden und Arachniden Gehörorgane bis jetzt noch nicht nachgewiesen; sonderbarer Art sind sie bei den Insecten, so weit sie eben bei einzelnen Ordnungen erkannt worden sind; sie sind nie am Kopfe angebracht, sondern an verschiedenen Theilen des Körpers.

So findet man bei den Acridiern beiderseits im Metathorax oberhalb der Basis des dritten Fusspaares eine Höhlung, überspannt von einer dünnen Haut mit einem von Flüssigkeit erfüllten Bläschen; ein vom Brustganglion eintretender Nerv

breitet sich auf dieser „Tracheenblase“ aus, erweitert sich kolbig und trägt auf kleinen Fäden starkglänzende Stäbchen; ähnliche Organe findet man bei den Grillen und Laubheuschrecken an den Schienen der Vorderfüsse; ebenso hat man sie bei dem Todtenkopfschwärmer nachgewiesen. Leydig fand auch an der Basis der Hinterflügel bei den Käfern, sowie an den Schwingkölbchen bei den Zweiflüglern Organe, die er wegen der Aehnlichkeit ihrer Nervenendigungen den vorherbeschriebenen Organen gleichstellte.

Bei den Wirbelthieren besteht das Gehörorgan im wesentlichen aus einer Ohrmuschel, welche die Schallwellen auffängt, dann dem Gehörgange, abgeschlossen durch das Trommelfell; dahinter liegt die Paukenhöhle mit den Gehörknöchelchen und hinter derselben das Labyrinth mit dem Vorhof, den 3 Zirkelkanälen und der Schnecke, in deren Windungen der Gehörnerv eintritt.

Bei den im Wasser lebenden Säugethieren verschwindet bereits die Ohrmuschel, um nicht wieder zu erscheinen; ihr folgt der Gehörgang, der schon bei den Amphibien nicht mehr zu finden ist, und das Ohr ist nach aussen entweder durch das Trommelfell oder durch die Körperhaut abgeschlossen; bei manchen Amphibien fehlt auch schon die Paukenhöhle; bei den Fischen ist das Ohr ganz im Schädel eingeschlossen und reduziert sich bis auf das Labyrinth, das bis auf die häutigen halbkreisförmigen Kanäle und den Vorhof verkümmert; bei dem Wurm-fische ist ein Gehörorgan noch gar nicht nachgewiesen.

Die geringste Verbreitung unter den Sinnen haben der Geruch- und der Geschmackssinn.

Das Organ des Geruchssinnes bei den Wirbelthieren ist die Nase, die bei den Säugethieren hervortretend, durch eine Scheidewand in zwei Theile getheilt ist, und deren innere Höhlung durch Windungen sehr ausgedehnt ist, so dass der Riechnerv eine grosse Ausbreitung erlangt; bei den Vögeln fehlt die äussere Nase, aber gewöhnlich sind zwei Nasenöffnungen vorhanden, die nahe an der Wurzel des Oberschnabls liegen; die innere Nase zeigt gleichfalls viele Windungen und manche Vögel besitzen noch einen sehr scharfen Geruch.

Auch bei den Reptilien und den Amphibien sind die Geruchsorgane stets paarig und mit vielen Schleimhautvorsprüngen versehen und öffnen sich wie bei allen lungenathmenden Wirbelthieren nach rückwärts in die Rachenhöhle.

Bei den Fischen als kiemenathmenden Thieren dagegen münden die paarigen, seltener unpaarigen Nasenlöcher blind und sind mit einer starkgefalteten nervenreichen Riechhaut ausgekleidet. Bei den Gliederthieren deutet man als Geruchsorgane kleine Röhren oder Zapfen, vergleichbar den Taststäbchen, die sich bei den Insecten an den Fühlern, bei den Krusten nur an den inneren Fühlern vorfinden; ähnliche Organe findet man an den Fühlern der Land Schnecken. Ob man die Wimpergruben der Nemertinen und ähnliche becherförmige Organe der Egel als hieher gehörige Organe deuten darf, ist unbestimmt. Bei den übrigen Thiergruppen sind Organe dieses Sinnes nicht bekannt.

Wohl noch weniger verbreitet ist der Geschmackssinn. Das Organ desselben bei den Säugethieren und Amphibien ist die Zunge, und zwar die Wurzel derselben, die mit zahlreichen Geschmacksbechern in Form von Papillen besetzt ist; aber auch die Spitze und die Ränder derselben, sowie der vordere Theil des wei-

chen Gaumens dienen diesem Zwecke; bei den Vögeln scheint dieser Sinn wenig ausgebildet zu sein und ist wohl nur an den weichen Zungenrund gebunden; ebenso bei den Reptilien, wo er am meisten wohl bei den Landschildkröten entwickelt ist; bei den Fischen scheint die ganze Mundhöhle oder wenigstens der weiche Gaumen als Organ dieses Sinnes zu fungiren.

Bei den übrigen Thieren ist dieser Sinn noch nicht nachgewiesen; doch muss man annehmen, dass die meisten Thiere wohl nur der Geschmack bestimmen mag, diese oder jene Nahrung zu wählen.

LITERATUR:

- Dr. H. G. Bronns, Klassen und Ordnungen des Thierreiches.
Gegenbaur Carl, Grundriss der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1874.
Dr. Carl Clauss, Grundzüge der Zoologie. Marburg und Leipzig 1876.
J. Victor Carus, Handbuch der Zoologie. Leipzig 1868—75.
D. Hermann Troschel, Handbuch der Zoologie. Berlin 1871.