

HANS JENNY

DER TYPUS

DER TYPUS

Erster Teil: Von den Gliedern des Typus

in morphologischer Hinsicht.

Dargestellt an Beispielen aus dem Tierreich.

1954 Natura-Naturans-Verlag Dornach/Schweiz

Druck: Hutter & Cie AG, Basel

Typographie: Walter Bosshardt SWB

Rudolf Steiner gewidmet und zugeeignet

Die Anschauung

des Typus

als Ergebnis

reiner Beobachtung

Der Beobachtung ergeben sich in der Natur einige Prinzipien oder Grundelemente, welche gestaltlich oder als Vorgang mit bestimmter Gesetzmäßigkeit auftreten und miteinander in ein bestimmtes Verhältnis treten. Die *Gestalt*, als deren Glieder diese Prinzipien oder Grundelemente erscheinen, sei Typus genannt. Es könnte scheinen, daß eine solche Grundgestalt bei der ungeheuren Fülle und Mannigfaltigkeit der Naturerscheinungen gar nicht vorhanden ist. Doch hat der Beobachter dieser Naturerscheinungen immer wieder das Erlebnis, welches Goethe mit den Worten ausdrückt: Alle Gestalten sind ähnlich, doch keine gleichet der andern, und so deutet das Chor auf ein geheimes Gesetz. – Bei dem, was hier als Typusanschauung entwickelt wird, handelt es sich nicht um ein ersonnenes Schema, in das die Natur gepreßt werden soll. Das Verfahren, das befolgt wird, nimmt vielmehr in der Natur selbst seinen Ausgangspunkt, indem es sich mit den Fragen an sie wendet: Was für Wesenszüge sind es, welche die Naturgebilde miteinander verwandt und trotz der Vielheit doch wieder wie eine Einheit erscheinen lassen? Was wächst aus der Natur selbst als Anschauung hervor, wenn beachtet wird, daß sie in allen Veränderungen dieselbe ist, daß sie einen gewissen Stil hat, dessen Motive und Elemente im Wandel der Dinge immer wieder hervortreten? Sind diese Motive und Elemente in der Anschauung zu fassen?

Es ist selbstverständlich, daß ein solches Unternehmen nur bestehen kann, wenn die Möglichkeit vorhanden ist, festgefaßte Vorstellungen im Erkennen aufzulösen und andere, sogar entgegengesetzte, an ihrer Stelle zu bilden. Wer an einer Stelle der Natur ein bestimmtes Gesetz feststellt, muß es vielleicht schon an der nächsten, scheinbar verwandten, aufgeben; der Beobachter, der sich in der Natur erkennend halten will, muß in der Lage sein, die Gestalt seiner Gedanken stets auflösen zu können; denn die Dinge wechseln ohne Unterlaß und fordern andere Gedanken. Ein Erkennen, das sich nicht verwandeln kann, wird gar bald zum Fremdkörper in seinem Forschungsgebiet.

Wenn nun die Glieder des Typus geschildert werden sollen, so stehen die allergrößten Schwierigkeiten; denn sie existieren nicht für sich nebeneinander in Schachteln; sondern wirken miteinander, ineinander, gegeneinander; sie folgen sich, heben sich auf, durchdringen sich, werden mächtig, schwinden und sind in Veränderung und Verwandlung. Wie soll aber da überhaupt gesagt werden, was mit dem Typus und seinen Gliedern gemeint ist? Wollte man ihn in seiner vollen Wirklichkeit beschreiben, so müßte die Schilderung gewissermaßen *mehrstimmig* geschrieben werden! Denn *zugleich* geschieht dies *und* jenes, *zugleich* geschieht Gegensätzliches, vieles an vielen Punkten ereignet sich gleichzeitig, Vorzeit und Nachzeit sind «gegenwärtig» usw. Behelfsmäßig können die Glieder des Typus nacheinander, getrennt voneinander beschrieben werden; doch entspricht dies nicht der Wirklichkeit. Man muß sich also bewußt sein, daß es sich um Hilfsskizzen handelt, denen gegenüber stets der Einwand möglich ist, daß sie einseitig und in gewissem Sinne unzutreffend sind. Auch den Beispielen gegenüber gilt dies bis zu einem gewissen Grade. Es kann immer nur dieses oder jenes herausgegriffen werden, um zu charakterisieren und um nach und nach die Konturen des Typus zu zeichnen. Erst wenn einmal das Ganze durchgeführt ist, wird sich mancher scheinbar berechtigte Einwand oder Widerspruch lösen. – Das Wesentliche ist, daß in den Schriftzügen der Natur selbst gelesen wird. Das Bestreben dieser Schrift ist, in solchem Sinne zu lesen. Es besteht das Problem: Was für Vorstellungen, was für Anschauungen rufen die Naturreiche in den geöffneten und reinen Beobachtungsorganen hervor; was spricht sich in diesen aus, wenn die Natur ihr Wirken und Weben gleichsam in diese hinein fortsetzt und entfaltet?

Es ist klar, daß ein solcher Versuch nicht nur Einwänden und Bedenken begegnet, die in der Darstellung begründet sind; aus vielen Gründen müssen Einwände entstehen. Eine Auseinandersetzung mit diesen und auch mit anderen Betrachtungsweisen der Natur ist nötig. Ebenso sind Ausführungen über Wege der Forschung im Verhältnis zu einer Typusanschauung notwendig. Da aber zuerst einmal überhaupt vorgelegt werden soll, um was es geht, werden diese Auseinandersetzungen und Ausführungen in einem späteren Teil erfolgen. Nur eine vorläufige Bemerkung über die Beziehung zur *Geisteswissenschaft Rudolf Steiners* sei hier schon eingefügt; ihre Inhalte sind dieser Schrift nicht zugrunde gelegt. Jedoch ist es die Wesensart dieser Geisteswissenschaft, daß sie Beobachtungsorgane auszubilden und weiterzubilden vermag. Da liegen die Zusammenhänge zwischen der Geisteswissenschaft Steiners und den Beobachtungsergebnissen, die in diesem und dem zweiten Teil niedergelegt sind. Doch sollen weitere Fragen der Methodik und das Zusammengehen der Inhalte der Geisteswissenschaft Steiners mit den Inhalten der Typusanschauung, sowie die zahlreichen weiteren historischen und kritischen Gesichtspunkte, wie gesagt, in einem späteren Teil dargelegt werden.

Zunächst werden drei Glieder des Typus nacheinander beschrieben; dann wird ihre Entfaltung, ihr Werden und Wandeln an Beispielen aus dem Tierreich erläutert. Weder handelt es sich darum, eine Monographie des Typus zu schreiben, die viele Bände füllen würde, noch darum, das ganze Tierreich im Sinne dieser Anschauung darzustellen. Der

Typus soll skizzenhaft anhand des Tierreiches dargestellt werden, und zwar vor allem in seinen gestaltlichen (morphologischen) Ausprägungen; daß dabei gelegentlich das Physiologische in die Schilderung hereinwirkt, liegt in der Natur der Sache. Die physiologischen Offenbarungen des Typus kommen später zu Worte.

Die Beispiele aus der Tierwelt sind so gewählt, daß bekannte und erforschte Tatbestände als Gegenstände genommen sind; an ihnen soll sich zuerst erproben, was die Ansicht vom Typus zu leisten vermag. Auch die Figuren sind Werken entnommen, die gar nichts mit dem zu tun haben, was hier als Naturanschauung entwickelt werden soll. Es kommt auf das Licht an, das auf diese Tatbestände und Abbildungen fallen kann, wenn man versucht, in reiner Beobachtung ihre Gesetze zu ergründen.

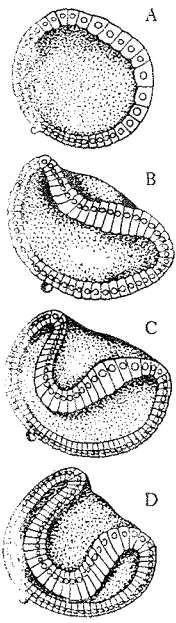
Die Darstellung der Typusverhältnisse wendet sich an jeden Menschen, dem das Welträtsel in irgendeiner Form vor die Seele getreten ist. Wer dem Wirken und Walten des Typus folgt, wird im Verlaufe durch die ihm innewohnende Gesetzmäßigkeit vor das Rätsel der Menschenatur geführt. Wiederum muß es der reinen Beobachtung gegeben werden, was sich hier ausspricht. Davon wird im zweiten Teil die Rede sein.

Das Unternehmen, die Grundlinien der Weltbildung zu zeichnen, wird begreiflicherweise bei manchem Leser auf schwere und schwerste Bedenken stoßen. Entscheiden soll, was sich der unmittelbaren Erfahrung darbietet, wenn der Blick sich zur Natur wendet. Je genauer dieser Blick ist, um so vollständiger wird das Bild des Typus sich ergeben. Wie weit und wie tief dieser Blick damit ins Innere der Welt und des Menschen zu dringen vermag, wird sich in der Ausführung des Typus selbst zeigen müssen.

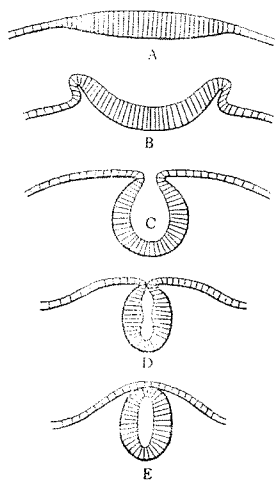
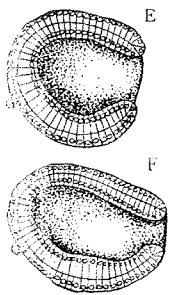
Das Gebiet

der Hohlformen

(Das coeloforme System)



1. Figur
Bildung der Gastrula beim Lanzettfischchen.
A die Blase oder Blastula mit beginnender
Abflachung. B die Einstülpung beginnt
und vertieft sich (C D) bis zur Ausbildung
des Becherkeims (E, F). (Nach Cerfontaine,
aus Korschelt und Heider 1936.)



2. Figur
Schematische Querschnitte durch die Rücken-
platte eines Wirbeltierkeimes. Die mittlere
Partie (A) senkt sich ein (B, C) und wird durch
völlige Einstülpung zum Nervenrohr (D, E).
(Aus Korschelt und Heider 1902.)

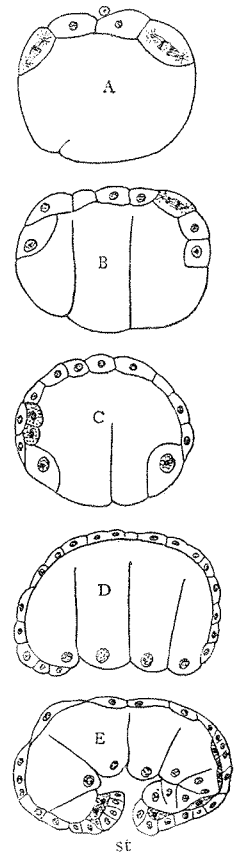
An wenigen einzelnen Beispielen soll gezeigt werden, was hier unter Hohlformen verstanden wird. Als erstes Beispiel sei die Einstülpung am Keim des Lanzettfischchens gewählt. Die Blase (Blastula), welche aus dem befruchteten Ei entstanden ist, beginnt sich an einer Stelle einzudellen, buchtet sich immer mehr ein und stülpt sich schließlich ganz ein. Die Figur 1 soll diese Verhältnisse veranschaulichen. Man sieht zuerst die Blase; an ihr entsteht eine leichte Abflachung. Es folgt eine Eindellung, die sich bis zur völligen Einstülpung vertieft. Der ganze Keim ist auf dieser Entwicklungsstufe zu einer Hohlform geworden, zur sogenannten Gastrula. Wir fassen nur diesen Vorgang ins Auge, ohne zunächst auf die weitere Entwicklung Rücksicht zu nehmen.

Ein weiteres Beispiel, welches das hier gemeinte Formengebiet charakterisiert, ist die Bildung des Nervenrohres bei den Wirbeltieren. Eine plattenförmige Anlage am «Rücken» des Keimes beginnt eine längs verlaufende Vertiefung zu zeigen. Seitliche Falten erheben sich längs dieser Rinne; die Wülste wölben sich zusammen, die Rinne senkt sich ein. Indem die Falten zusammenwachsen, versenkt sich die Anlage zu einem Organ, das rohrförmig im Inneren des Organismus liegt. Auf diese Weise stülpt sich in den Keim ein, was in der weiteren Fortentwicklung zu Rückenmark, Gehirn und Auge wird. Die Abbildung sucht im Querschnitt als Profil diesen Vorgang zu zeigen (Figur 2). Man sieht in dem Schema die Rückenplatte des Keimes (A) als zusammenhängende Lage. In der Mitte beginnt die Anlage sich einzusenken; beidseits erheben sich Wülste (B). Die Einstülpung schreitet fort (C), vertieft sich (D) und führt zu einem völligen Einsenken der eingestülpten Partie (E). Die äußere Lage schließt sich zusammen und liegt über dem im Inneren sich befindenden Organ. Man muß sich bewußt sein, daß es sich um einen schematischen Querschnitt handelt. In Wirklichkeit vollzieht sich dieser Prozeß plastisch in der Mittelpartie der Rückenplatte des Keimes. Die Bildung des Nervensystems, soweit sie hier angeführt wird, geht eine Stufe weiter als die beschriebene Gastrulation

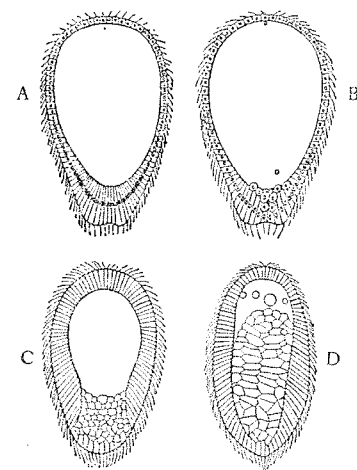
des Lanzettfischchens. Bei dieser ging die Einstülpung so weit, daß eine Höhlung (der Urdarm) mit einer Öffnung (dem Urmund) entstand. Beim Nervenrohr schließt sich die Stelle der Einstülpung. Der eingefaltete Raum wird Innenraum. – Solche Vorgänge der Einstülpung wiederholen sich in der Entwicklung der Tierreihe auf das vielfältigste. Sie können für gewisse Regionen des Organismus geradezu als *der* Stil der Entwicklung bezeichnet werden; manche Organe und Organsysteme durchlaufen diesen Vorgang in der Keimesentwicklung.

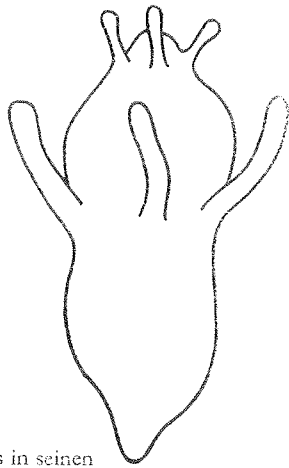
Es kann der Einwand gemacht werden, daß bei einem solchen Begriff der Hohlform die ungleichartigsten Dinge zusammengefaßt werden, und daß auf diese Weise eine erhebliche Erkenntnis nicht gewonnen wird. Der Einwand wäre berechtigt, wenn ein bestimmter Gesichtspunkt, etwa der Analogie oder der Homologie oder der klassischen Keimblätterlehre vorausgesetzt würde. Allein hier soll nur ins Auge gefaßt werden, was sich an «Hohlformen» herausbildet. An diesem Vorgang soll das *Wesentliche* festgehalten werden. Wenn weitere Arten der Gastrula-Bildung betrachtet werden, so erscheint gerade dieses *Wesentliche* besonders deutlich. Beim Lanzettfischchen sahen wir die Gastrula durch Einstülpung entstehen. Durch Wachstum, durch plastisches Einströmen entstand da die sogenannte Invaginationsgastrula. Jedoch begegnen uns bei anderen Tieren ganz andere Abläufe, und doch handelt es sich um Gastrulation. So kann ein *Umwachsen* stattfinden. Figur 3 zeigt die Bildung einer solchen sogenannten epibolischen Gastrula. Man sieht die umwachsende und umfassende Schicht einerseits, die großen ins Innere sinkenden umwachsenen Teile andererseits. Beim fünften Stadium (E) ist eine Gastrula entstanden. In E ist eine Öffnung (st), welche in einen kleinen Innenraum führt. Die Bildungselemente sind jetzt zu unterscheiden als solche, die im Innern liegen, und als solche, welche außen umfassen, umschließen. Durch Umwachsen entsteht hier, was dort beim Lanzettfischchen durch Einströmen oder Einstülpung entsteht. Noch anders vollzieht sich der Vorgang bei der sogenannten «polaren Einwanderung». Figur 4 veranschaulicht diesen Vorgang. Es dringen Elemente ins Innere ein, erfüllen es, gestalten sich zu einer Innenschicht, die von der äußeren umschlossen ist. Auf solche Weise entsteht ein Gebilde, das durchaus der Gastrula entspricht. Es ist eine *Bildung nach innen* erfolgt, ein *inneres* und ein *äußeres* Keimelement entstanden. Solche, durch polare Einwanderung entstandenen Entwicklungsstadien werden *Planula* genannt. Die Einwanderung kann auch von mehreren Seiten her stattfinden, aus der Peripherie nach innen (multipolare Einwanderung). Ob es sich aber um Einstülpung (Invagination), Umwachsen (Epibolie), Einwandern (polar oder multipolar) oder um noch andere Vorgänge handelt, immer liegt *dasselbe* vor; so verschieden der Ablauf der Erscheinungen ist, im Wesen handelt es sich um dasselbe. Es entsteht ein *Innen* gegenüber einem *Außen*. Ein Verhältnis Innen/Außen, Außen/Innen bildet sich heraus. Durch die Prozesse des Einstülpens, Umwachsens, Einwanderns usw. entsteht Innenraum. Es emanzipieren sich Organanlagen und Organsysteme als Eigenraum durch Hohlformbildung von der Umgebung. Dabei treten verschiedene Stufen dieses Geschehens auf. Eine Hohlform kann in Verbindung mit der Umwelt bleiben; dann tritt ein gegenseitiges Wirken ein: von außen nach innen, von innen nach außen. Die

3. Figur
Bildung einer Gastrula durch Umwachsen A–E (Epibolie). Die kleinen Zellen umwachsen die großen; diese werden so ins Innere verlagert. In E ist die Öffnung, die ins «Innere» führt. (Nach Conklin, aus Korschelt und Heider 1936.)



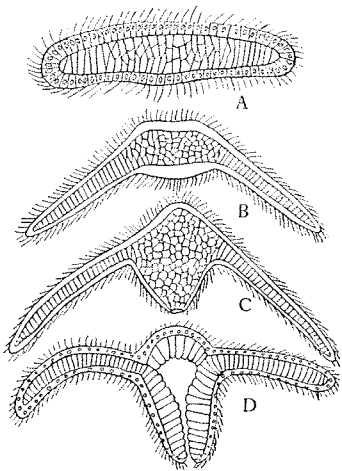
4. Figur
Einwanderung von Zellen ins Innere der Blase. Die Blase (A) wird nach und nach mit einem Zellager erfüllt. Es entsteht so eine Innenschicht, die von der Außenlage umfaßt ist (D). (Nach Claus, aus Korschelt und Heider 1936.)





5. Figur
Junger Polyp eines Hohltieres in seinen Umrissen. Die Tentakel (Fühler) sind angelegt. Oben wird die Mundöffnung durchbrechen. (Nach A. Brauer, aus Korschelt und Heider 1936.)

6. Figur
Larvenentwicklung eines Hohltieres. A Planula. In B und C bilden sich die Tentakel aus. D zeigt die Larve mit Tentakel, Mundöffnung und Innenhöhle. (Nach Metschnikoff, aus Korschelt und Heider 1936.)



Organpartie kann sich ganz versenken; sie wird zu einer reinen Innenform. Umgekehrt kann aber die Beziehung zum «Außen» stärker entwickelt werden. Das Organ, das sich in der Hohlbildung emanzipiert, stülpt sich vor, lippen- oder rüsselartig. Es erstreckt sich in die Umwelt hinein durch Fortsätze (durch Tentakel z. B.). Gerade bei der erwähnten Planula zeigt sich dies in bedeutender Weise. Zunächst also sahen wir bei ihr eine völlig eingeschlossene Innenschicht entstehen. Später aber öffnet sich der Keim wieder nach außen. Am einen Pol wird Außen- und Innenschicht durchbrochen; diese Öffnung wird zur Mundöffnung. Überdies treten Ausstülpungen auf, die sich um den Mund gruppieren. Diese werden im weiteren Verlauf zu den Organen, welche sich nach außen dehnen, sich dann wieder zusammenziehen und so ganz im Verhältnis Außenwelt/Innenwelt aufgehen. Alles, was sie vollziehen, ist auf den Mund und den Innenraum hin orientiert.

Wenn die Larven gewisser Hohltiere das Stadium mit solchen Ausstülpungen erreichen, nennt man sie *Actinula*. Aus der Planula, die ein «Inneres» umschlossen enthält, ist somit nicht nur eine gastrulaartige Figur geworden, die sich nach außen öffnet, sondern eben die *Actinula*, die sich nach außen erstreckt, mit Fühlern ausstülpt; doch ist das Spiel dieser Fühler vom Innern her zu erfassen, als ein Aufgehen, ein Sich-Öffnen derselben nach außen, dann wieder als ein Sich-Zusammenziehen, Sich-Abschließen. Figur 5 gibt die Umrisse eines jungen Polypen wieder; die Fühler sind zu erkennen; oben wird sich der Mund öffnen, der in die Darmhöhle führt. Figur 6 führt einige Stadien aus der Entwicklung eines Hohltieres vor. A ist die Planula; im folgenden gehen direkt aus ihr die Fühler hervor (B, C), während sich der Hohlraum im Inneren ausbildet. In D sind die Fühler beidseits zu erkennen, unten die Mundöffnung, durch welche man ins Innere gelangt. Auf vielfältige Art entstehen diese Bildungen; doch immer sind es Stadien der Beziehung außen/innen, innen/außen. Figur 7 gibt noch einmal Querschnitte von Polypen wieder. Es ist eine Höhle, ein Inneres, ein Innenraum vorhanden; die sich entfaltenden Fühler wachsen vom Mundrand aus; man könnte sie als sich «steigernde Lippen» auffassen, vom Innen ausgestülpt. Versetzt man sich in das Leben eines solchen Organismus, so taucht man ganz in die Wechselbeziehung innen/außen, außen/innen unter. Man sieht, daß sich diese Formen (*Planula*, *Actinula*) umbilden, ineinander übergehen. Betrachtet man ein Hohltier, etwa eine Seeblume oder einen Polypen, so stellen sich diese Verhältnisse in lebendiger Tätigkeit dar. Das Wesen schließt sich ab, öffnet sich, erstreckt sich in die Umgebung, zieht sich zusammen, schließt sich wieder ab. In strömender Bewegung vollziehen sich hier diejenigen Etappen, die dem Gebiet der Hohlformen das charakteristische Gepräge geben. Doch gestalten sich die Dinge auf das Vielfältigste aus. Diese oder jene Etappe tritt stärker auf. Wir begegnen Zuständen, die in sich abgeschlossene Formen aufweisen; bei ändern tritt eine mächtige, sich hinausstreckende Organisation auf. Wieder andere nehmen eine mittlere Lage ein.

Die Frage liegt nahe, weshalb Ausstülpungen zum Gebiet der Hohlformen gezählt werden, da sie doch geradezu das Gegenteil davon darstellen? Da, wo die Innenform sich wulst-, lippen-, saum- oder rüsselartig vorwölbt, ergibt sich der Zusammenhang unmittelbar. Doch auch

die Tentakel leben in dem Sich-Öffnen und Sich-Schließen und sind so in das Innen/Außenverhältnis einverwoben. Physiologisch sind sie mit der Hohlform eine Einheit. Das hier beschriebene Gebiet könnte umfassender als Innen/Außen-, Außen/Innengestaltungen bezeichnet werden. Doch ist der Ausdruck «Hohlform» insofern berechtigt, als sich von dieser Grundform die übrigen Stadien herleiten lassen. Außerdem wird manches über die Tentakel, ihre Stellung und Anordnung, ihre Beziehung zum Organismus im Zusammenhang mit den andern Gliedern des Typus vorgebracht werden können.

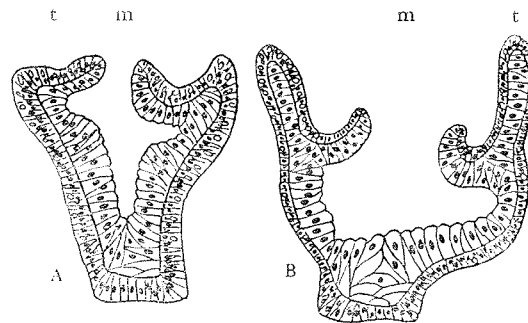
In diesem ersten Teil soll vorerst von den *funktionellen* Erscheinungen des Gebietes der Hohlformen abgesehen und vor allem seine *morphologische* Natur geschildert werden. Es soll anhand von Beispielen aus dem Tierreich auf die Fülle von Schalen, Bechern, Gruben, Panzern, Gehäusen, Höhlen, Falten, Glocken usw. nach und nach hingewiesen werden, insofern sie sich als Bildungen und Umbildungen des hier angedeuteten Gliedes des Typus erweisen. Daß ein solches Gebiet existiert und sich als solches in der Natur manifestiert, wird sich dann besonders herausstellen, wenn seine regelmäßige und gesetzmäßige Korrelation zu den andern Gliedern des Typus hervortritt.

Als Beispiel für die Grundelemente seien hier noch einmal genannt: Planula, Gastrula, Actinula.

Als reine Innenform, als Becherform und als sich ausstülpende Innenform (in ihren Übergängen sowohl als auch in ihren festgehaltenen Gestalten) stellen sie Grundbeispiele des Gebietes der Hohlformen oder des coeloformen Systems des Typus dar.

7. Figur

A jüngerer, B älterer Polyp eines Hohltieres.
m die Mundöffnung, t die Tentakel.
Die Innenform ist entstanden;
ebenso die sich nach außen streckenden Fühler.
(Nach Hein und Friedemann, aus Korschelt
und Heider 1936.)



ZUSAMMENFASSUNG. Die Bildung der Hohlformen wird charakterisiert durch die Einstülpung des Keimes (Gastrulation, Gastrula) oder durch das Einfalten und Versenken der Nervenanlage. Auch durch andere Vorgänge (Umwachsen, Einwandern u. a.) entstehen diese Hohlbildungen. Ihr Wesen ist, daß sich ein Inneres emanzipiert, das aber wieder zum Außen in Beziehung treten kann. In den vielfachen Erscheinungsformen ist dieses *Wesen* dasselbe. Das Innen kann sich ganz abschließen (z. B. bei der Planula der Hohltiere). Es kann sich nach außen erstrecken etwa durch Fühler, «Arme» usw. (wie bei der Actinula der Hohltiere).

Eine Mittelstellung nimmt die Becherform ein (Gastrula).

Diese Formen stellen drei charakteristische gestaltliche Etappen im Offenbarwerden der «Hohlformen» dar. Sie können als Organ- oder Tierform, jede für sich, festgehalten werden oder in der Tätigkeit des Tierlebens ineinander übergehen.

Das Gebiet

der gegliederten Formen

(Das metamere System)

Wer einen dahinlaufenden Tausendfüßler betrachtet, kann den Eindruck haben, daß es sich da nicht nur um *ein* Tier, sondern um eine «Reihe von Tieren» handelt, die miteinander verbunden sind, die sich hintereinander folgen. Ein solches Tier besteht aus einer Anzahl von Gliedern, die nicht nur äußerliche Einschnitte darstellen, sondern tief in die Organisation eingreifen. Man nennt diese Glieder *Segmente*, und von diesem Stil der Segmentation sind die verschiedenen Organsysteme ergriffen. Es folgen sich im Rhythmus der Segmente die Elemente des Nerven-, des Gefäß-, Atmungs-, Bewegungs-, Nieren-, Gonaden-Systems usw. Dadurch erscheint jedes Segment wie ein Organismus im kleinen. Große Stämme des Tierreiches tragen diese durchgreifende Organisation an sich. Die Erscheinung, welche man *Metamerie* nennt, ist so auffällig und so eigenartig, daß man auf den Gedanken kam, es handle sich wirklich bei den Segmenten um Individuen, die nicht zur Selbständigkeit gelangt, sondern im Zusammenhang mit dem Stammtier geblieben sind. Diese Theorie (Kormentheorie) konnte darauf hinweisen, daß gewisse Ringelwürmer (*Ctenodrilus*) tatsächlich in Segmente zerfallen, die sich wieder zu ganzen Würmern ausbilden. Andere Ringelwürmer teilen sich in etwas anderer Weise ab, aber auch so, daß eine ganze Kette aneinanderhängender Individuen entsteht. Allerdings muß man in diesen Fällen sagen, daß die Metamerie gewissermaßen über sich hinausschreitet; sie hebt sich gleichsam auf, und es erzeugen sich wirklich einzelne Wesen. Bevor sich aber ein solcher Schritt der Auflösung in einzelne Individuen zeigt, ist die Metamerie eine wohlcharakterisierte *Gestaltung des Organismus*. Die Segmente sind im Zusammenhang und zeigen unter sich und im Verhältnis zu den andern Körperzonen Gesetzmäßigkeit und Regelhaftigkeit.

Trotzdem kann man der Metamerie gegenüber fragen: Warum bleiben die Glieder im Zusammenhang? Warum gestalten sie sich nicht zu fertigen Individuen aus, die sich loslösen und frei davonschwimmen?

Um die Metamerie in ihrem Wesen besser zu erkennen, ist es gut, sie

mit einigen anderen Lebensäußerungen zusammenzustellen; und im Kreise derselben erscheint sie in einem Zusammenhang, der etwas von ihrer Natur offenbart.

Wie entsteht überhaupt die Metamerie? Links und rechts von der Mittelebene des Keimes entstehen in einem bestimmten Augenblick der Entwicklung, in der Regel von vorn nach hinten fortschreitend, die sogenannten Ursegmente. Die vorderen sind somit die älteren, die hinteren die jüngeren. Figur 8 soll schematisch diese Verhältnisse veranschaulichen. Der Embryo ist in der Aufsicht gezeichnet. Links und rechts sind die beiden Reihen der Ursegmente. Vorne die größeren, weiterentwickelten; ganz hinten die Zone, wo die Ursegmente sich bilden. Diese Anlagen differenzieren sich zu Organsystemen und zu Organen aus; sie ziehen weitere Partien des Organismus in ihre Gesetzmäßigkeit, und so entsteht eine mehr oder weniger weitgehende Metamerie. Diese läßt sich deshalb als zeitliche und räumliche Wiederholung und Folge, Gliederung und segmentale Struktur der Organsysteme charakterisieren.

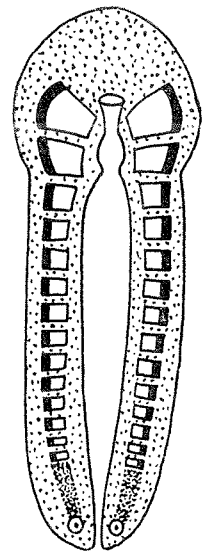
Und nun die anderen Lebenserscheinungen; zunächst das Wachstum. Nehmen wir ein wachsendes Wirbeltier. Nach einiger Zeit ist es dasselbe und doch ein anderes. Es ist mit gewissen Veränderungen eine vergrößerte Ausgabe seiner selbst geworden. Im Wachstum wirkt Wiederholung. Viele Formen des auswachsenden Wirbeltieres sind wiederholt, wenn auch in etwas abweichenden Proportionen. Doch auch beim ausgewachsenen Tier geht es mit der Wiederholung weiter. Die Gewebe zerfallen und erneuern sich. Das Wesen erhält sich im Zerfall durch Wiederholung seiner selbst. Der *Stoff-Wechsel* ist das Erscheinungsbereich dieser Vorgänge. Wachstum und Stoffwechsel haben ihr *Wesen* in der Wiederholung, aber sie drücken dieses ihr eigenes *Wesen gestaltlich nicht* aus. Sie wiederholen irgendwelche Körperformen, die aber gestaltlich nichts von den wiederholenden Kräften selber an sich zeigen. Stoffwechsel und Wachstum strömen in der Funktion dahin; sie prägen sich selbst nicht in die *Gestaltung* ein, weder als Folge noch als Glieder noch als Etappen.

Während es sich hier um Wiederholungen in sich, um das Fortführen eines und desselben Leibes handelt, treten bei der *Fortpflanzung* weitere Organismen auf. Diese sind ebenfalls Wiederholungen; aber sie erscheinen im Hinströmen der Generationen. Die Erscheinungen des Wachstums, des Stoffwechsels, der Fortpflanzung, unter dem Gesichtswinkel der Wiederholung betrachtet, eröffnen einen Ausblick auf ein uferlos dahinflutendes Meer der Bildung, auf den Lebensozean selbst. Aber sie treten selber nicht als Formelement hervor. Sie geben keinen Abdruck ihres eigenen Wesens. Sie sind in ihrer Funktion nicht äußerlich sichtbar. Sie sind selbst als Gestalt und Gestaltung in ihrer Eigenart nicht anschaulich. In der Metamerie wird aber offenbare Gestaltung, *Gestalt*, was in Wachstum, Stoffwechsel und Fortpflanzung verborgen *lebt*.

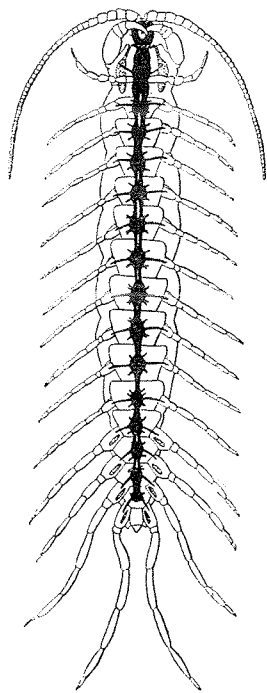
Damit ist das weitere Gebiet des Typus, auf das hier hingewiesen werden soll, umrissen. Es offenbart sich *physiologisch* in Wachstum, Stoffwechsel, Fortpflanzung und noch anderen Wirkensbereichen, *morphologisch* in der Metamerie.

Zwei Einwände sollen hier erwähnt werden. Erstens: ein Sammelbegriff, in den die allgemeinsten Lebenserscheinungen und noch vieles

8. Figur
Schematisches Aufsichtsbild eines Ringelwurmkeimes. In der Mitte längs verlaufend der Darm. Beidseits die Reihen der Ursegmente. Hinten (in der Zeichnung unten) die Bildezone derselben.
(Aus Korschelt und Heider 1936.)



9. Figur
 Schema eines Hundertfüßlers. Das Nervensystem dunkel ausgezogen. Die verschiedenen Organe in segmentaler Folge.
 (Nach R. Leuckart, aus Haller, Vergleichende Anatomie 1904.)

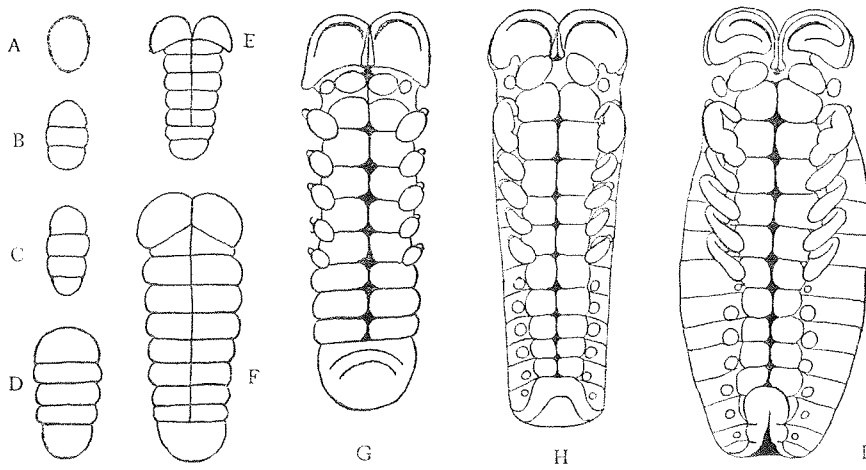


andere hineingesteckt werden, verliere allen Charakter, ergebe überhaupt keine konturhaften Erkenntnisse und laufe auf einen allgemeinen Begriff des Lebens überhaupt hinaus. Darauf ist zu antworten. Die «allgemeinen Lebenserscheinungen» wurden nur erwähnt, um das Charakteristische der Metamerie herauszuarbeiten. Sie sollten gar nicht näher in ihrer eigenen Art ausgeführt werden. Was aber der so gewonnene Begriff «Metamerie» als morphologische Stufe des Typus zu leisten vermag, das werden erst nach und nach die Naturverhältnisse aussprechen. Werden auch die anderen Lebenserscheinungen prägnanter bearbeitet, so zeigen sich die Erscheinungsformen dieses Typusgebietes nicht als verwaschenes Einerlei, sondern ihr Kreis erhält eine genaue Physiognomie. Doch, wie gesagt, hier geht es um die *morphologische* Natur dieses Gliedes des Typus. Das ganze Glied oder Gebiet läßt sich wohl als zeitlich und räumlich sich zeigende Gliederungen, Folgen, Wiederholungen, Etappen usw. bezeichnen, seine *morphologische* Seite zeigt es aber in der Metamerie, die zumeist als *Gestaltung innerhalb einer Gestalt* auftritt. Die ganze Gestalt ist mehr oder weniger Offenbarung des ganzen Typus; die Metamerie erscheint als ein Glied von ihm. Darin ist die Antwort auf den zweiten naheliegenden Einwand enthalten, nämlich, es sei aus den Tatsachen heraus gar nicht evident, daß die Segmentierung in der angeführten Weise mit den Erscheinungen des Stoffwechsels, des Wachstums usw. zusammenhänge. Es ist aber *dieselbe* Art und Weise, in der Gewebe, Anlagen, Systeme in Wachstum, Fortpflanzung und in der Segmentation hervortreten. *In dieser Art liegt das Verwandte.* Das Hervorbringende ist dasselbe. Es liegt kein Grund der Erfahrung vor, etwas anderes anzunehmen, als daß das *Wiederholende als solches* in Stoffwechsel, Fortpflanzung, Wachstum, Metamerie dasselbe ist. Die vier Gebiete sind in entsprechender Art sein Ausdruck. Soweit das Gemeinsame. Das *Besondere* liegt dagegen bei der Segmentierung in der Gestaltung als solcher, das heißt, in der Gestaltung innerhalb einer Gestalt. Die Metamerie ist eine eigene Stilform der Gestaltung. Doch muß ohne weiteres zugegeben werden, daß diese Dinge erst durch die konkreten Verhältnisse und Beispiele ihr volles Licht erhalten.

Es soll noch einiges angeführt werden, um die skizzenhaften Striche zu ergänzen. Zunächst die schematische Darstellung eines metameren Tieres (Figur 9). Das Tier ist für die Darstellung durchsichtig gedacht. Rückenschilder, Bauchschilder, Gliedmaßen, Nervensystem zeigen sich in einer Folge. Der Körper dieses Tieres ist von der Segmentierung beherrscht.

Das Herausbilden der Gliederung sei bei einem Skorpion veranschaulicht (Figur 10). Die Figuren zeigen verschiedene Stufen der Segmentbildung. Die Zahl der Segmente nimmt zu; was an weiteren Anlagen (der Gliedmaßen z. B. von G an) auftritt, wird in den Rhythmus der Gliederung einbezogen. Dies gilt aber auch für die weiteren Organsysteme, die in das Schema nicht mit hineingezeichnet sind: für Gefäße, Nieren, Gonaden, Atemorgane usw. Es ergibt sich aus diesem bloßen Schema die Vorstellung von der Macht dieser Gliederung.

Als letztes Beispiel sei ein Fall erwähnt, bei dem sich Metamerie und ungeschlechtliche Fortpflanzung in aufklärender Art nebeneinander zeigen (Figur 11). Es ist in der Abbildung ein Ringelwurm dargestellt. Links ist der eigentliche Wurmkörper, nach oben das Vorderende; er

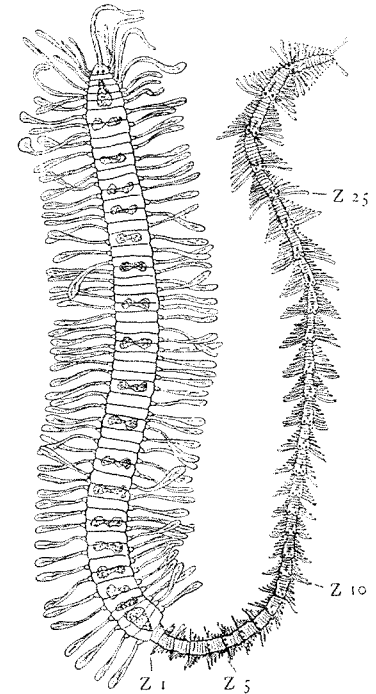


10. Figur
Entwicklung eines Skorpions. Die Körpersegmente vermehren sich in regelmäßiger Folge (A-F). Es treten in segmentaler Folge die Extremitäten dazu (G-I). Die Stadien zeigen die Genese eines metameren Tieres.
(Nach Brauer, aus Korschelt und Heider 1936.)

erscheint gegliedert, die Segmente haben seitliche Fortsätze. Soweit die *echte Metamerie*. Nun setzt sich ein Teil an, der ebenfalls in einer Folge von Gliedern erscheint; doch sind diese Glieder werdende Tiere, sogenannte Zoide. Sie sind numeriert Z 1... Z 5... Z 10... usw. Die letzten sind die ältesten; sie lösen sich los und leben als Einzeltiere selbständig weiter. Beide Teile des Wurmes sind Gliederfolgen, Kettenbildungen. Doch erscheint die Gliederung das eine Mal als wahre Metamerie, das andere Mal als Erzeugung von wahren Individuen.

Bis jetzt war von der eigentlichen Metamerie oder Ursegmentbildung die Rede. Doch erweitert sich dieser Begriff durch den folgenden Umstand: Ein Organismus kann in seiner Einheitlichkeit als Ganzes den Typus offenbaren; aber in den einzelnen Regionen und Partien treten Bildungen auf, die verraten, daß auch in ihnen der Typus wirksam ist. Es besteht die Tendenz zu «Organismen im Organismus». Schon hier soll wenigstens angedeutet werden, daß an diesen die Glieder des Typus, also auch das Glied der Segmentbildung, sich wiederum ankündigen. So entstehen «*Metamerien*» in *weiterem Sinne*. An verschiedenen Stellen, an verschiedenen Organen, in verschiedenen Regionen tritt der metamere Bildestil auf. Gegliederte Folgen, wie die eigentliche Metamerie, erscheinen so immer wieder und vielfältig; sie sind gestaltliche Wiederholung. Man kann sie eben in erweitertem Sinne ebenfalls «*Metamerie*» nennen; der Bilde- und Wesensart nach sind sie dieser gleich. Doch werden auch diese Dinge erst in den späteren Ausführungen ganz hervortreten können.

ZUSAMMENFASSEND läßt sich über dieses Glied des Typus sagen: In seiner allgemeinen Form zeigen sich räumlich und zeitlich Glieder und Folgen, Wiederholungen, Generationen und dergleichen. Es treten auch in diesem Gebiet funktionelle Manifestationen, physiologische Wirkensarten auf. Morphologisch zeigt sich der Typus in diesem Glied als das Gebiet der gegliederten Formen oder als metameres System. (Metamerie im eigentlichen und in einem sich erweiternden Sinn.)



11. Figur
Ringelwurm. Links oben das vordere Ende. Anschließend die Körpersegmente. Von Z 1... Z 25 usf. die Zoide, kettenförmig aneinandergereihte Tiere, welche vom Stammtier abstammen. (Nach Malaquin, aus Korschelt und Heider 1936.)

Das Gebiet

der axialen Formen

(Das axiale System)

In der tierischen Bildung treten Formen auf, die « ganz dem Raum angehören ». Wenn man sie verfolgt, so verlaufen sie rein in und durch den Raum und sind als solche Raumkonfigurationen voll erfaßbar. Dieses Prinzip der Raumformen durchdringt das Tierreich in gesetzmäßiger Weise und gibt den Erscheinungen da, wo es hervortritt, das Gepräge von *Axensystemen*.

Ein « Raumstrahl » tritt auf, andere können « anschließen », ein reines Raumgebilde entsteht, wirklich einzig und allein als solches bestehend. Vergleicht man diese Erscheinungen mit den beiden anderen schon skizzierten Gebieten, so wird ihr Charakter noch deutlicher. Ein solches Axengebilde, auch wenn es im Inneren eines Organismus liegt, hat mit dem Innen/Außen nichts zu tun. Mit den Vorgängen des Umhüllens, Versenkens, des nach Außen- und wieder nach Innen-Gehens tangiert es sich nicht. Diese Raumgerüste sind nicht in die emanzipierten Innenräume einbezogen; sie sind recht eigentlich als *Gestalt* in den allgemeinen Raum hineingestellt. Deshalb weben sie auch nicht in eigenen Gliederungen, die in sich selber fortwellen, wie die Metamerie, sondern sie sind in dem und in den Außenraum entfaltet und gehören ihm an. Dagegen ließe sich einwenden, daß diese Strukturen doch auch emanzipiert seien und sich aus dem allgemeinen Raum herauszögen. Natürlich sind es Gestalten für sich. Wenn man aber ihr Linienspiel und ihre Axenrichtungen im beobachtenden Erleben gleichsam nachschafft, so realisiert man sie (auch in den Fällen, wo sie in Weichteile eingebettet sind) im « allgemeinen Raum ». Man schaut und begreift sie ganz als solche Raumrealisationen; ein Innen- oder Hohlraum für sich tritt dabei nicht in Erfahrung.

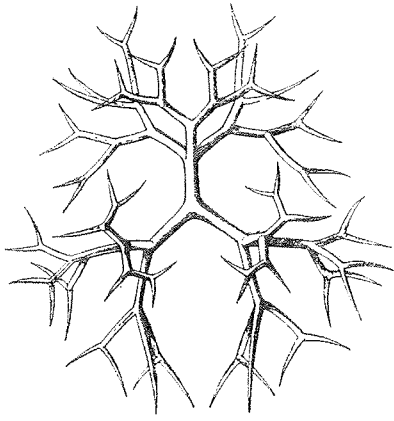
Diese allgemeinen Sätze sollen in das Gebiet der axialen Systeme hineinweisen und versuchen, sie in ihrem *Wesentlichen* zu bezeichnen. Selbstverständlich können in den einzelnen Fällen ihres Auftretens gewisse statische und mechanische Verhältnisse des Tragens, Ziehens, Drückens, Schwebens usw. geltend gemacht werden, um die jeweilige

Struktur zu «erklären». Hier soll aber das Strukturieren, das Gestalten selber ins Auge gefaßt werden. Deshalb kann auch von diesem Gesichtspunkt aus nicht eingewendet werden, daß die in diesem Gebiet beschriebenen Formen gänzlich verschiedene Dinge seien und überhaupt nicht zusammengehören. Wird der hier geltend gemachte Gesichtspunkt eingenommen, so erweisen sich das wunderbare Skelett eines Strahlentierchens und das Gerüst des Röhrenknochens eines höheren Wirbeltieres als Raumgestalten derselben Wesensart. Und darauf kommt es an. Rein im Raum schießen diese Bildungen aus. Bestimmte Raumrichtungen blitzen als Gestalt auf. Nadeln, Drei-, Vier-, Sechsstrahler und dergleichen werden ausgebildet. Es durchdringen sich Züge von Fasern oder Fibrillen. In den eigenartigsten Verläufen (oft nur mit bestimmten Lichtmethoden äußerlich sichtbar gemacht) gehen solche Gerüstsysteme durcheinander hindurch. Die Strahlen bilden Raumgitter, Fibrillen, Lamellen, Bälkchen, scheiden sich zu Fach- und Wabenwerken aus. Eine ganze Welt von Architektur breitet sich aus.

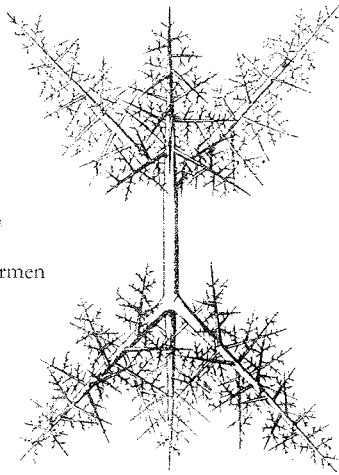
Nun erreicht das Gebiet der axialen Formen eine neue Stufe. Ein Strahl, oder einige Strahlen, oder auch deren Anlagen zerlegen sich in weitere Strahlen, die im Verband bleiben und sich miteinander und gegeneinander bewegen. Das feste oder starre Raumgerüst geht in ein bewegliches Raumsystem über. Indem dieses sich bewegt, entstehen nun viele in der Bewegung ineinander übergehende Raumfiguren und Strahlenkonstellationen. Was vorher als Strahlen-, als Netz- oder Maschengerüst, verbunden oder locker, in Vielfalt den Organismus mit Gestalt ohne Bewegung durchdrang, zeigt jetzt außer Gerüsten und Netzwerken die Strahlen in Bewegung. Dort ist auf einmal nur *eine* Gestalt vorhanden, hier besteht das Vermögen zu vielen Gestalten. Die Raumkonfigurationen sind jetzt fließend. Natürlich bedeutet die Bewegung einen neuen weiteren Schritt, doch ist sie – wenn sie an axialen Systemen oder in axialer Form auftritt – eine Steigerung eines und desselben Elementes, nämlich des Strahles, in einem und demselben Elemente, nämlich im Raum. Deshalb liegen Gestalt und sich bewegende Gestalt, insofern sie axialer Natur sind, als verschiedene Stufen in demselben Gebiet des Typus. Bei weiterer Entwicklung in dieser Richtung kommt es dann zu Raumgestalten, die sich als Ganzes bewegen und so Bewegungssysteme in den Raum gleichsam einzeichnen.

Man hat es bei diesem Glied des Typus mit einer ungeheuren Stufenleiter der Erscheinungen zu tun. Einzelne Axen treten da auf. Mehrere verbinden sich in bestimmten Winkeln, nach bestimmten Zahlenverhältnissen, in bestimmten Massen. Der einzelne Strahl wird vielzählig. Allseitig treten neue Richtungen auf. Die «Kristalle», Nadeln und Spitzen strahlen zusammen. Ein Waben-, Netz- oder Gitterwerk bildet sich; Fasern oder Fibrillen durchdringen sich; reine Raumtexturen flechten sich. Doch steigern sich durch Zerlegen und Verbinden die Strahlen zu Gliedmaßen. Durch das Spiel dieser Organe entsteht reine Raumbewegung. Und während Bälkchen- und Lamellenwerke die Skelette weiterhin aufbauen und formieren, erhebt sich der Bewegungsapparat zu einer umfassenden Organisation und steigert sich zum frei im Raum und durch den Raum sich bewegenden *axialen Geschöpf*.

Nur angedeutet mag werden, daß durch die Fortbewegung des ganzen Tieres eine weitere Ordnung von Raumercheinungen erzeugt wird,

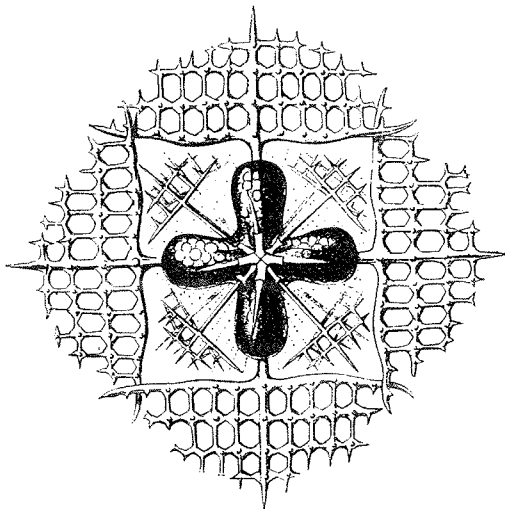


12. Figur
Ein einzelner dreistrahliger
Kieselkörper, dessen drei Schenkel
gleiche Winkel bilden und
sich verästelnd
Von einem Strahlentierchen.
(Aus Haeckel,
Kunstformen der Natur.)



13. Figur
Kieselkörper aus einem
Strahlentierchen.
(Aus Haeckel, Kunstformen
der Natur.)

14. Figur
Strahlentierchen
(Aus Haeckel,
Kunstformen der Natur.)

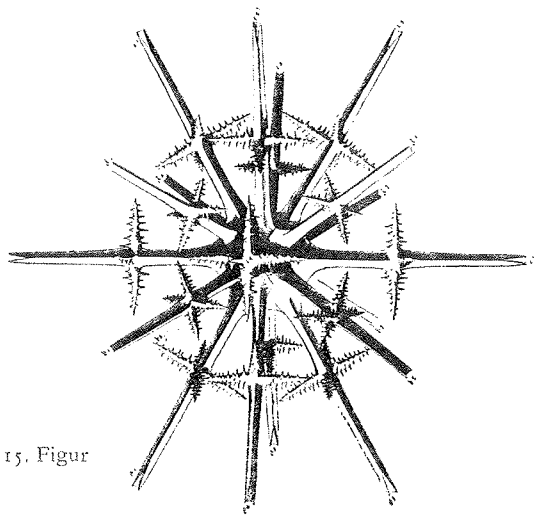


die das axiale Prinzip wiederum weiterführen. Doch soll von diesen Linien und Figuren des Raumes, wie sie innerhalb des Tierreiches z. B. durch Fliegen, Wespen, Bienen u. a. in den Raum «geschrieben» werden, zunächst nicht weiter gehandelt werden. Auch für dieses Gebiet des Typus ergeben sich demnach mehrere Aspekte. Um die *morphologische* Seite dieses Typusgliedes zu veranschaulichen, seien einige wenige Beispiele erwähnt.

Zuerst ein einzelner Kieselkörper eines Strahlentieres (Radiolarien). Er ist dreistrahlig; die Schenkel bilden gleiche Winkel und verästelnd sich gabelförmig (Figur 12). Solche mikroskopischen Gebilde liegen im Zellkörper der Radiolarien. Figur 13 zeigt noch einen solchen Kieselkörper. Ein Mittelstab. An den Polen je drei Schenkel, die sich wieder und wieder differenzieren. Figur 14 stellt nun ein ganzes Radiolarium dar. Haeckel beschreibt es mit den Worten: «Die vier großen Stacheln, von denen jeder einen Gitterflügel mit drei Reihen sechseckiger Maschen trägt, liegen in der Äquatorebene und gleichen Windmühlenflügeln. Die acht (diagonalen) Tropenstacheln tragen einen kleineren Gitterflügel mit nur einer Reihe von Maschen. Die acht kleinen, einfachen Polarstacheln, von denen nur die vier oberen in der Mitte sichtbar sind, tragen keine Querfortsätze.» Eine schier unerschöpfliche Fülle von Formen breitet sich in den Skeletten der Strahlentierchen aus. Wer die Monographie über die Radiolarien von Haeckel einsehen kann, findet da eine Welt, die zunächst ins Unfaßbare hineinragt. Wahre Mikrokosmen treten hervor. Die Glieder des Typus erscheinen in ihrer Weise miteinander, neben- und ineinander. Das Augenmerk sei aber hier auf die *axiale Natur* gerichtet. Der Raum ist durchspritzt von Nadeln, Zacken, Stangen, Stacheln aller Art und Größe, deren räumliche Anordnungen doch wieder ganz bestimmte sind (Ikosakanthengesetz z. B.). «Strahlenschaumräume» zaubern sich vor das Auge. Um einen Eindruck von diesen Wunderwelten zu erwecken, sind einige Gestalten der Radiolarien-Skelette in den Figuren 15–20 reproduziert. Sie geben die Möglichkeit sich *inzuleben* in das, was hier axiale Gesetzmäßigkeit genannt wird. Die den Raum durchschießenden und durchstrahlenden Axen sind es, auf die dabei das Augenmerk zu richten ist. Es soll nicht auf Einzelheiten, sondern auf die ganze Raumgestalt hingewiesen werden.

Im Tierreich treten weitverbreitet solche *Raumgerüste* auf. Wenn sie auch in abgewandelter Art erscheinen, sind sie doch immer als Axen, als Texturen, als Systeme von Fibrillen, Fasern, Balken oder als Lamellenwerke zu erfassen. Aus der großen Zahl solcher Gebilde, wie sie in manchen Tierklassen und Tiergruppen typisch vorkommen (siehe den Abschnitt über die Schwämme z. B.), sei eine weitere Reihe von Beispielen angeführt, die sich auf die Struktur des Fischeskelettes beziehen. Nicht nur in den Raum- und Lageverhältnissen der *ganzen* Skeletteile kommt die axiale Gesetzmäßigkeit zum Ausdruck, sondern eben auch in ihrem Aufbau, in ihrer ganzen Konstitution. Figur 21 gibt die Skelettverbindung mit ihrem Faserverlauf zwischen zwei Gliedern eines Flossenstrahles bei einem Knorpelfisch wieder. Der Faserverlauf ist im polarisierten Licht aufgenommen. Zunächst erscheinen die Verläufe zwischen den Knorpelstücken (oben und unten in der Zeichnung) wie ein Durcheinander. Ihre Analyse ergibt aber eine großartige Anordnung, die in einem Schema dargestellt ist (Figur 22). Die Elemente

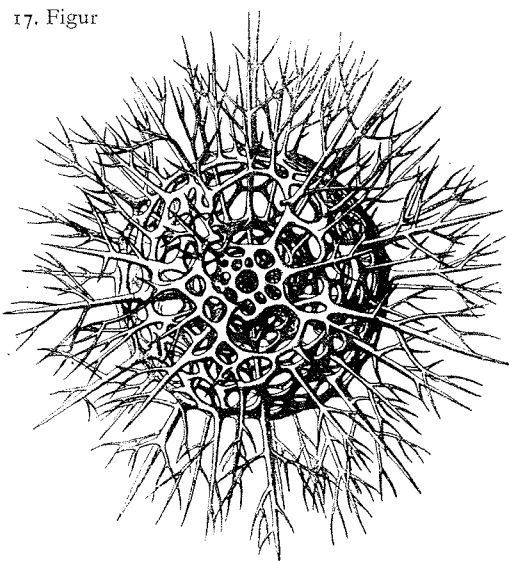
15.-20. Figur
Strahlentierchen (Radiolarien). Es handelt sich
um wunderbare «Raumwerke». Sie zeigen auf
der Stufe einzelliger Lebewesen strahlige
Gerüste im Raume und geben ein Bild dessen,
was hier als axiale Natur charakterisiert wird.
(Aus Haeckel, Monographie der Radiolarien.)



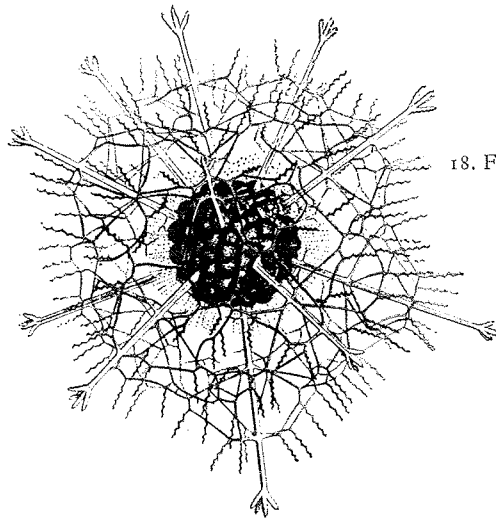
15. Figur



16. Figur

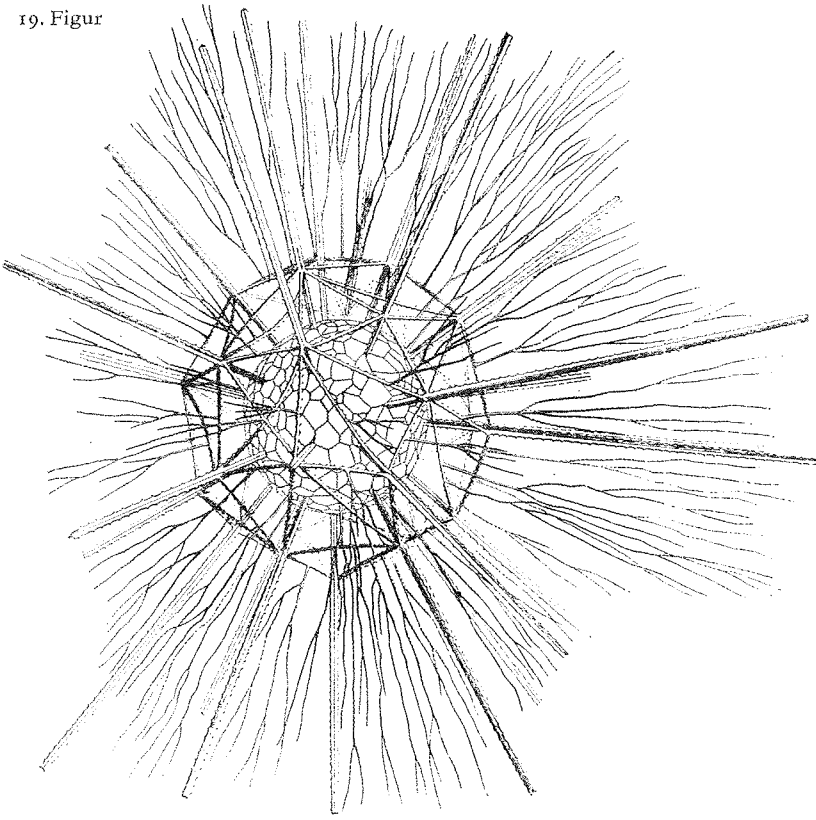


17. Figur

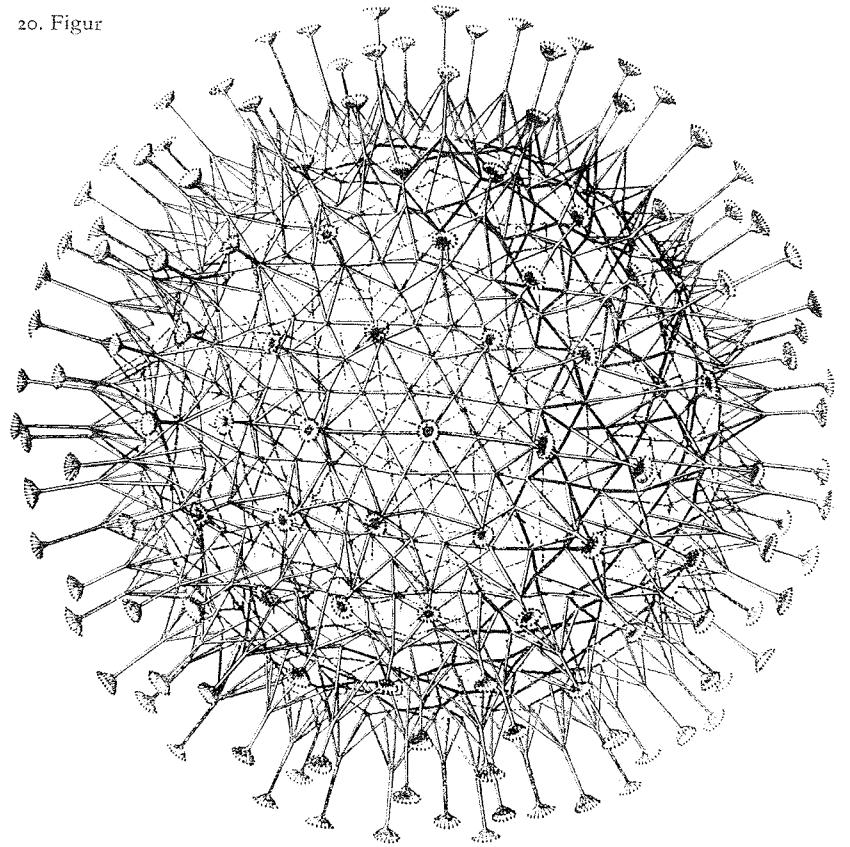


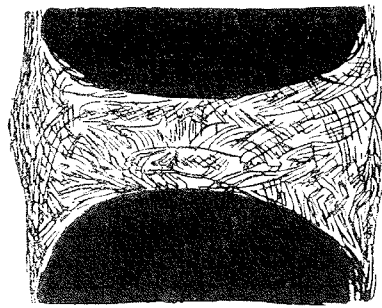
18. Figur

19. Figur

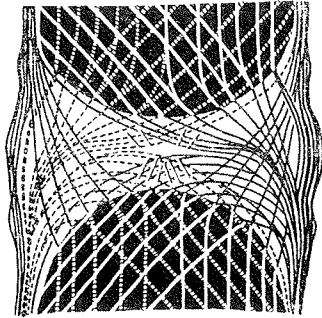


20. Figur





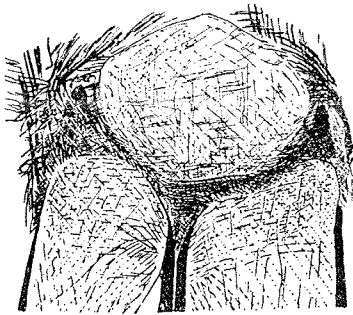
21. Figur
Faserverlauf zwischen zwei Knorpelteilen bei einem Knorpelfisch, im polarisierten Licht. Es handelt sich um eine Raumtextur, die in der 22. Figur in ihren Verläufen schematisch dargestellt ist. Unter jeweilig bestimmten Bedingungen erscheint so *das Vermögen, Raumgewebe* zu erzeugen.
(Aus Hdb. der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere Band V 1938.)



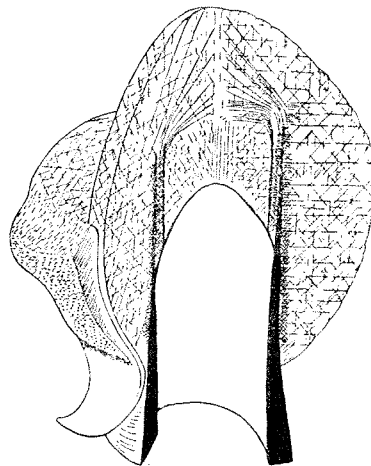
22. Figur
Schema des Faserverlaufes, der in der 21. Figur dargestellt ist. Ein Raumwesen wird erkennbar.
(Aus Hdb. der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere Band V 1938.)



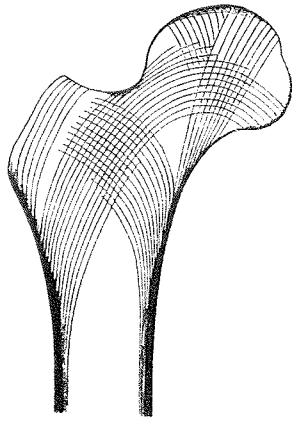
23. Figur
Faserverlauf zwischen und in zwei Skeletteilen beim Stör. Wenn sich der Blick einlebt, so wird ihm eine wundersame Raumtextur offenbar. Im polarisierten Licht.
(Aus Hdb. der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere Band V 1938.)



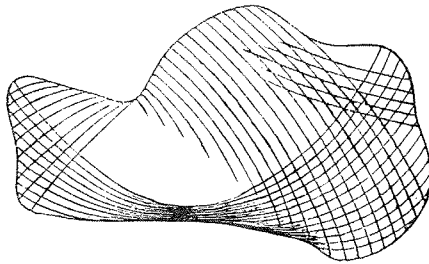
24. Figur
Faserverlauf zwischen und in Skeletteilen eines Flösselhechtes. Im polarisierten Licht. Es kommt hier nicht auf die «mechanische Erklärung» des Raumsystemes unter bestimmtem Zug, Schub, Druck usw. an, sondern auf das Vermögen, solche Raumsysteme überhaupt zu schaffen.
(Aus Hdb. der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere Band V 1938.)



25. Figur
Schema der Gesamtfaserung des Oberschenkelkopfes des erwachsenen Frosches. Rechts ist ein ganzer Quadrant herausgeschnitten; links ist ein Horizontalschnitt geführt. Dasselbst setzt ein Band (Ligamentum) an. Es ist ersichtlich, wie die Strukturen mit diesem Ansatz im Zusammenhang stehen. Das «Raumgewebe» geht über den einzelnen Knochen hinaus, durchwirkt das Skelett, strahlt aber in Bänder, Sehnen weiter und steigert sich so von einer Architektur zu einer Bewegungsgestalt.
(Aus Hdb. der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere Band V 1938.)



26. Figur
In den menschlichen Oberschenkelkopf sind Linien skizzenhaft gelegt, wie sie in der plastischen Ausgestaltung des Knochengewebes wirklich vorhanden sind. Es sind die Verläufe nur vereinzelt angegeben. (Auf die Analyse in «Zug- und Druckkurven» soll hier nicht eingegangen werden.) («Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengengerüsts» G. Hermann Meyer 1873.)



27. Figur
In das menschliche Fersenbein sind skizzenhaft einige Verläufe eingezeichnet, wie sie «die Architektur der Spongiosa» (G. Hermann Meyer) tatsächlich schafft. Das *Schaffende* derselben ist hier ins Auge gefaßt. (Aus «Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengengerüsts» G. Hermann Meyer 1873.)

durchwirken sich in ganz bestimmter Gesetzmäßigkeit, aber in Verläufen, die rein räumlicher Natur sind, d. h. sie stellen reine «Raumwerke» dar. Figur 23 gibt im polarisierten Licht den Faserverlauf zwischen zwei Skelettstücken bei einem Stör wieder; in diesen und zwischen diesen ist eine Fibrillenstruktur erkennbar, die in bestimmten Systemen unter bestimmten Winkeln verläuft. Noch ein solches Bild mit Systemen zwischen und in den Skeletteilen vom Flösselhecht ist in Figur 24 zu sehen.

Die Beispiele sind natürlich Legion. Doch soll die Struktur gerade in den Knochenstücken selbst noch erwähnt werden. Figur 25 zeigt den Oberschenkelkopf eines erwachsenen Frosches, schematisch in seiner Gesamtfaserung. Auch hier besteht ein «Raumwerk». In der Analyse ergeben diese Raumstrukturen wunderbare Anordnungen und Gesetzmäßigkeiten. *Skizzen* von solchen Systemen enthalten die Figuren 26 und 27. Figur 26 zeigt das obere Ende des menschlichen Oberschenkelknochens, Figur 27 das menschliche Fersenbein. Selbstverständlich ist die Wirklichkeit eine plastische Architektur, die viel reicher gebildet ist, als es die skizzenhaften Linien darstellen. In solcher Art gehen die räumlichen Gerüste durch das ganze Skelett; ihre Verläufe gehen über den einzelnen Knochen hinaus, stehen in Beziehung mit denjenigen der Nachbarknochen, so daß das ganze Gebäu Ausdruck echter, räumlicher Architektur wird, die vor allem in den Gliedmaßen axialen Charakter hat.

Noch einmal sei der Einwand aufgegriffen, daß nichts für die Erkenntnis der Natur gewonnen ist, wenn von den Radiolarien-Skeletten bis zu den Knochen der Wirbeltiere alle Raumgerüste zusammengefaßt und unter einem Gesichtspunkt betrachtet werden; die Dinge sind nach diesem Einwand dermaßen verschieden, daß eine sinnvolle Bestimmung dabei nicht herauskommt. Wenn das *Verschiedene* dieser Gebilde ins Auge gefaßt wird, so liegen die Dinge weit auseinander. Der im Meer schwebende «Kosmos» eines Strahlentierchens, die durchstrahlte Architektur des festsitzenden Schwammes, die Skelettstrukturen der Wirbeltiere, die Axenorgane der Insekten usw. ergeben natürlich gänzlich verschiedene Aspekte. Man erlebt eine «andere Welt» beim allseitig strahlenartig gebildeten Radiolar als beim Fersenbein, das im Kräftespiel von Zug, Druck und Schub sich aufbaut. Man charakterisiert damit das Besondere der einzelnen Gerüste oder Skelette. Jedoch läßt sich an ihnen ein Gemeinsames erkennen. Dazu gelangt man, wenn man beobachtet, daß in verschiedenen Weltgebieten, unter verschiedenen Bedingungen Gerüste gebildet werden, die ganz im Raume gewirkt sind. In aller Abwandlung besteht ein Strukturieren, das man erlebt, wenn man ganz in den Raum plastisch nachschaffend eintritt. Raumwerke sind es hier wie dort. Die Strahlen oder Axen gliedern sich; sie steigern sich so zum Vermögen der Raumbewegung und erreichen die Möglichkeit, viele Raumfiguren in functione zu erzeugen. Die Skelette oder Gerüste sind auf einer Stufe architekturartig; indem sie von den Wirksamkeiten, die ihnen zugrunde liegen, noch stärker ergriffen, durchdrungen werden, indem sich diese Wirksamkeiten gleichsam verkörpern, erheben sich die Skelette oder Gerüste durch Entfaltung der Gelenke zu der Stufe, auf der sie unmittelbar das Weben und Wirken der axialen Natur in der Raumbewegung offenbar machen.

Veränderung

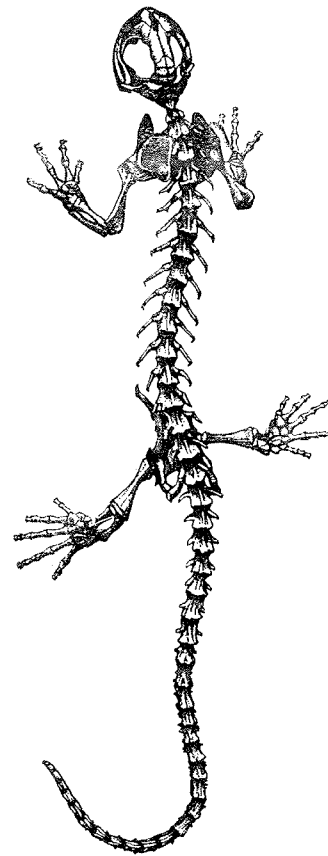
und

Umwandlung

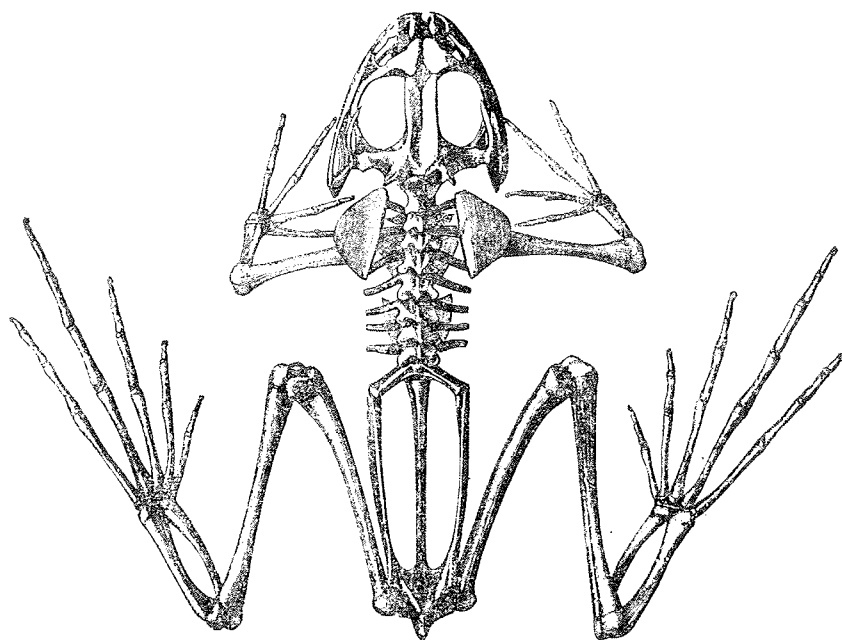
der Gebiete des Typus

Beschreibt man die Glieder des Typus gesondert nacheinander, so entsteht mit Recht der Eindruck des Schematischen. Die gesonderte Darstellung ist aber zur Verständigung notwendig; in Wirklichkeit stehen die Glieder des Typus im lebendigsten Wechselverhältnis. Ein Gebiet des Typus kann sich zunächst bloß andeuten oder gar in einem andern enthalten sein. Es kann dann in der Entwicklung hervortreten und sich als Region ausgestalten. Diese kann weiter zunehmen, und das betreffende Glied wird zuletzt zu einem beherrschenden Organ oder zu einer umfassenden Organisation. Solche Vorgänge stehen wiederum in gesetzmäßigem Zusammenhang mit den andern Gliedern, so daß die Wirklichkeit ein allermannigfaltigstes Verändern und Verwandeln offenbart. Aber nicht nur in sich selber verändert sich ein solches Typusgebiet, sondern es kann auf ein anderes übergreifen. Dieses wird, indem seine eigene Natur zurücktritt oder gar schwindet, von jenem ergriffen und in seinem Sinne geformt. Ein gesetzmäßiges Fluten der Formen und ein sich wandelndes Gestaltenleben treten hier auf. Doch soll vorerst dieses Leben in seiner Fülle nicht geschildert werden; die Ansicht vom Typus wird deutlicher hervortreten, wenn in den folgenden Abschnitten das hervorragende, vorherrschende Erscheinen der einzelnen Gebiete bei bestimmten Tierklassen oder Tiergruppen ins Auge gefaßt wird. Nur an einem Beispiel, nämlich an der Wirbelsäule, soll das Verändern und Umwandeln im Wirken des Typus gezeigt werden, und auch da bloß an wenigen Fällen mit allbekanntesten Verhältnissen; dabei soll von den Wirbelformen, ihren Verbindungen, Anhängen usw. ganz abgesehen werden. Es kommt darauf an, in *einem* solchen Einzelfall das Leben des Typus zu bemerken, um es auch in anderen Fällen, im Walten durch die Tierreihen, sehen zu können. Figur 28 stellt das Skelett des Feuersalamanders dar. Kopf, Wirbelsäule und Gliedmaßen mit Schulter- und Beckengürtel zeigen sich in ihren Verhältnissen. Die Wirbelsäule erscheint als metameres System; ihr Element, der Wirbel, wird, wenn auch durch die verschiedenen Regionen sich verändernd, wieder-

28. Figur
Skelett des Feuersalamanders.
Im Verhältnis zu den Fröschen einerseits und
den Blindwühlen andererseits nimmt diese Gestalt
eine Art Mittelstellung ein.
(Aus Brehms Tierleben Band IV.)



29. Figur
 Skelett des Wasserfrosches. Die hinteren
 Gliedmaßen mächtig ausgebildet. Die Wirbelsäule
 mit 8 Wirbeln. Daran anschließend das stab-
 artige Steißbein; beidseits die Beckenknochen.
 (Aus Brehms Tierleben Band IV.)



holt. Diese Wiederholung, diese Folge ist trotz der Variationen das hervortretende Charakteristikum. Die hintere Gliedmaße hängt durch die Beckenknochen mit einem Wirbel zusammen; an ihr selbst sind Oberschenkel, Waden- und Schienbein, Fußwurzel und Zehen zu bemerken. Es tritt somit eine axiale Gestaltung an eine metamere heran. Man nehme nun das Verhältnis Wirbelsäule/Gliedmaße beim Feuersalamander und mache es zum Ausgangspunkt zweier Vorgänge:

Die Wirbelsäule soll sich erstens in ihrer Natur vermehren.

Zweitens soll die hintere Gliedmaße sich in ihrer Natur verstärken. Damit bewegt man sich vom Zustand des Feuersalamanders in zwei verschiedenen Richtungen. Die Blindwühlen (Gymnophionen) sind auf dem ersten, die Frösche (Anuren) auf dem zweiten Weg zu treffen. Bei den Blindwühlen steigt die Zahl der Wirbel auf über 200 (beim Feuersalamander etwas über 40); Becken- und Schultergürtel, die Gliedmaßen sind nicht vorhanden. *Das Skelett ist – außer dem Kopf – nur noch Wirbelsäule.* Die gegliederte Natur dominiert; die strahlartige ist aufgehoben. Wie anders der Wasserfrosch! (Figur 29) Acht Wirbel sind sichtbar. Auf diese folgt nach hinten der Kreuzbeinwirbel, an den sich drei spangen- oder stabartige Knochen ansetzen, in der Mitte das Steißbein, beidseits die Hüftknochen. Daran schließen sich die hinteren Gliedmaßen an; ihr «Strahlcharakter» ist gesteigert, indem das Waden- und Schienbein zu *einem* «Strahlknochen» verwachsen und sich aus dem Fuß-Skelett zwei weitere Längsknochen herausbilden. Es entsteht dadurch im Vergleich mit dem Salamander eine übermächtige Extremität, die den hinteren Teil der Wirbelsäule in ihren Bereich zieht. «Somit wird durch die Hintergliedmaße die Wirbelsäule beeinflusst, indem sie dem Becken eine Stütze abgibt, und daraus entspringt für die Gliedmaße selbst wieder eine Steigerung ihrer Leistungen. Die Funktion der Hintergliedmaße führt bei den Anuren (Fröschen) durch ihre Ausbildung zu Springbeinen den ganzen Caudalabschnitt der Wirbelsäule zu ihrer bedeutsamen Umgestaltung.» (Gegenbaur.)

Bei den drei Tieren, Blindwühle, Frosch, Salamander, zeigt sich die Wirbelsäule auf dreifache Weise:

sich in sich rein mehrend, die axialen Organe aufhebend, bei den Blindwühlen;

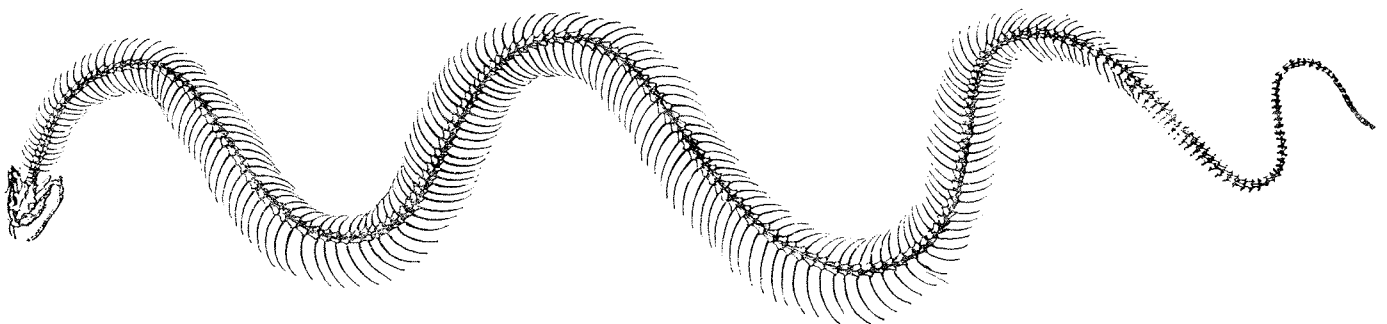
dagegen wird sie selber in ihrer metameren Natur reduziert und von anderer Gesetzmäßigkeit ergriffen beim Frosch;

der Salamander hält mittlere Zustände fest.

Wir blicken auf ein Organ, das sich verändert und umwandelt im Sinne der Glieder des Typus.

Ein anderes Beispiel sei von den Reptilien genommen. Auch da sind in bezug auf das, worauf es hier ankommt, bei gewissen Eidechsen «mittlere Zustände» vorhanden und wiederum kann die Wirbelsäule in plastische Bewegung gebracht werden. Schon bei den Eidechsen selber treffen wir Formen an, wo das metamere Skelett überragend hervortritt, wie etwa bei der Blindschleiche. Aber eine ganze Gruppe der Reptilien, die Schlangen, entwickeln außer dem Schädel als Skelett ~~////~~ die Wirbelsäule mit ihren Anhängen (von stummelhaften Resten der hinteren Gliedmaße bei einigen Vertretern soll hier abgesehen werden). Figur 30 veranschaulicht das Skelett einer Ringelnatter. Wie bei den Blindwühlen und Blindschleichen sind Becken- und Schultergürtel, sowie beide Gliedmaßenpaare geschwunden; das gegliederte Skelett ist übermäßig entfaltet; bis über vierhundert Wirbel können bei Schlangen auftreten. In ganz anderer Richtung verändert sich die Wirbelsäule bei den Schildkröten. Acht Rumpfwirbel werden unbeweglich; mit ihren Dornfortsätzen und Rippen werden sie, sich verbreiternd, in den Knochenpanzer aufgenommen und so in das Gewölbe der Kapsel fest eingefügt. Die Kapselbildung bei den Schildkröten in ihrer Verbindung von Haut- und Skelettknochen, die sich durch Nähte vereinigen und miteinander verwachsen, in ihrer Ausgestaltung auch der oberflächlichen Hornplatten, stellt wohl eine der eigenartigsten Formungen dar. Mit ungeheurer Konsequenz und Dominanz tritt dieses Hohlgebilde auf und erscheint, wenn auch nicht in ganz reiner Art, als dem Gebiet der Hohlformen angehörend. Die Wirbelsäule des Rumpfes wird in eine umfassende und umhüllende Gestaltung einbezogen und von dieser bestimmt. Die freie metamere Natur tritt zurück; die Schale wird zum formenden Prinzip. Die Frage nach dem Anteil von Haut- oder Skelett-

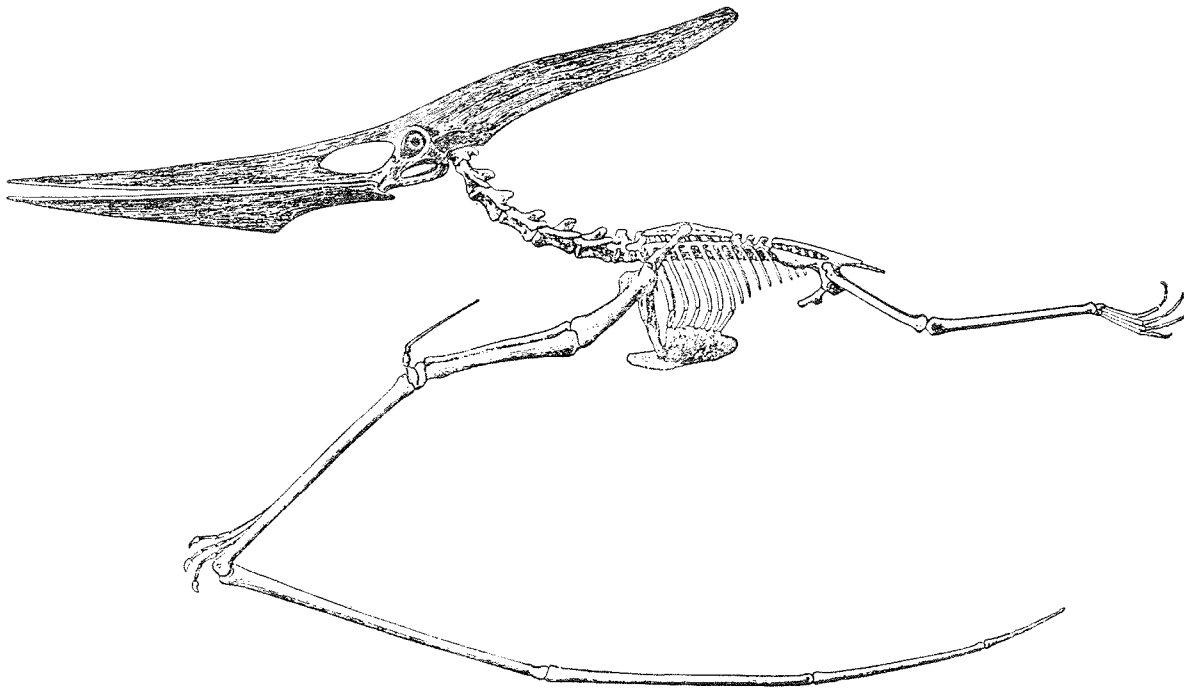
30. Figur
Skelett einer Ringelnatter. Das Rumpfskelett besteht nur noch aus Elementen der Wirbelsäule (Wirbel, Rippen).
(Aus Brehms Tierleben Band V.)



knochen am Rückenpanzer soll hier nicht berührt werden; die Problematik zeigt aber gerade, wie innig sich die Wirbelsäule mit der Panzerbildung verbindet und mit ihr verschmilzt. Auf die Wirbelsäule wirkt also hier ein anderes Gebiet ein; es ergreift ihr metameres System im Rückenabschnitt und zieht es in seinen Bereich. In noch anderer Richtung zeigt sich die Wirbelsäule bei gewissen ausgestorbenen Reptilien verändert. Sie kann da von axialer Gesetzmäßigkeit determiniert werden, indem gewaltige Gliedmaßenbildungen auftreten. Als Beispiel sei ein Flugsaurier (Pteranodon) abgebildet mit ungeheurer axialer Entwicklung *eines* Fingers, so daß eine strahlige Vordergliedmaße sich herausentwickelt; im Gebiet der Brustwirbelsäule ist im Zusammenhang damit die freie Metamerie aufgehoben (Figur 30a).

Wir sehen also auch bei den Reptilien die Wirbelsäule aus mittleren Zuständen einmal sich vermehren (Schlangen), dann wieder von anderen Gesetzmäßigkeiten ergriffen und beherrscht werden, sei es, daß sie in eine Kapselbildung (Theka) aufgesogen, sei es, daß sie von axialer Art beeinflußt wird. Vermehren, Vermindern, Verschmelzen, in ein Umhüllendes Sich-Einschmelzen, in ein Axensystem Sich-Einfügen, das sind die Vorgänge, die uns hier entgegnetreten. Mit diesen wenigen einfachen Exempeln mag vorläufig angedeutet werden, was in großem Umfang die tierische Bildung beherrscht. Immer wieder entfalten sich solcherweise in den Stämmen des Tierreiches fächerartig durch Verändern und Umwandeln die Glieder des Typus. Sein Wirken ruft so die Erscheinung der *Metamorphose* hervor.

Figur 30a
Flugsaurier (Pteranodon). Ein Finger ist zu einem mächtigen Strahl entfaltet. Die Partie der Wirbelsäule, an welche die vordere Gliedmaße ansetzt, ist zu einem einheitlichen Stück verschmolzen. Die axiale Gesetzmäßigkeit überwiegt und hebt metamere Bildung auf.
(Nach G. F. Eaton,
aus Abel, Palaeozoologie 1924.)



Die Ausbildung

der drei beschriebenen Glieder

des Typus in den Stämmen

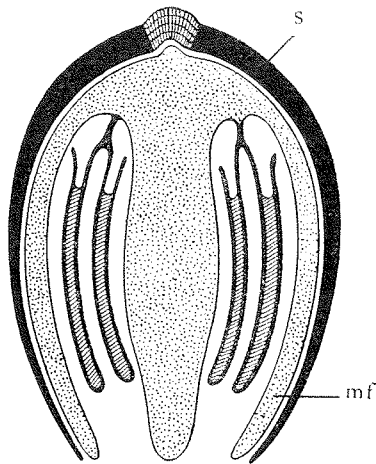
der Mollusken,

Würmer und Gliederfüßler

Wenn sich der Blick auf das Reich der Wirbellosen richtet, so findet er in den Tierstämmen der Mollusken (Weichtiere), der Würmer und der Gliederfüßler (Arthropoden) die drei bisher beschriebenen Glieder des Typus in umfassender Weise ausgebildet, und zwar so, daß die Mollusken das Prinzip der Hohlformen, die Würmer die sich gliedernden, sich folgenden Formen, und die Gliederfüßler die axiale Natur in charakteristischen Vertretern zu hoher Ausbildung bringen. Weiter zeigt sich, daß die Abteilungen *innerhalb* eines solchen Tierstammes, der ein Typusgebiet zu besonderer Blüte entwickelt, die verschiedenen Stufen und Stadien des betreffenden Gebietes entfalten; sie sind ein Ausdruck für das Formenspiel dieses Gebietes. So zeigen beispielsweise die Mollusken in ihren großen Abteilungen der Muscheln, Schnecken und Kopffüßer die Phasen des Gebietes der Hohlformen ausgeprägt. Drittens offenbart sich, daß in der Entfaltung eines solchen Tierstammes die verschiedenen Gebiete sich wiederholen. So treten bei den Gliederfüßlern Schalen-, Muschel- und Schildformen wiederum auf; weiter entwickeln sich hier hochgradig metamere Arthropoden, wie die Hundert- und Tausendfüßler, und dann eben entfalten sich die hochentwickelten axialen Tiere unter den Wirbellosen in den Insekten einerseits, in den Spinnentieren andererseits. Noch ein viertes Gesetz, das sich der Betrachtung ergibt, sei hier angedeutet, nämlich, daß die Richtung der Bildung eine solche ist, daß jeweilen der « *ganze Typus* » zur Erscheinung strebt. Doch wird diese vierte Gesetzmäßigkeit erst dann vollständig dargestellt werden können, wenn der ganze Typus ausgeführt worden ist.

Solchen Sätzen gegenüber können sich die mannigfaltigsten Bedenken ergeben und die möglichen Einwände allgemeiner und spezieller Natur sind Legion. Zum Beispiel ist es möglich, daß einer Form, die in

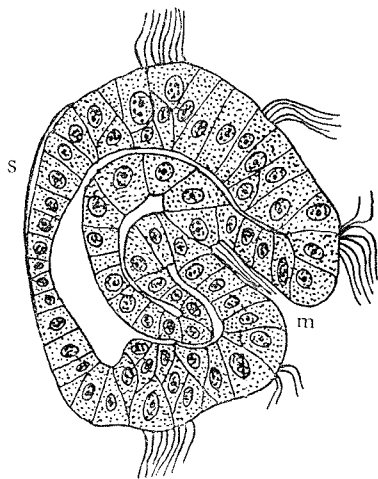
einer Tiergruppe zur Kennzeichnung eines Typuscharakters beschrieben wird, sogleich aus derselben Tiergruppe eine andere entgegengestellt werden kann, die ein Widerspruch zu sein und das Gesagte aufzuheben scheint. Doch kommt es da immer darauf an, ob nicht etwa die zweite, entgegengesetzte Form in folgerichtiger Gestaltung gerade so sein muß, wie sie ist, um überhaupt erst das Ganze des Typus zu ergeben. – Die Dinge liegen bei den Typuscharakteren nicht so, daß zuletzt alles durcheinander geht und sich in Willkür auflöst; sie treten vielmehr in Gesetzmäßigkeit und Ordnung hervor. Wenn demnach im Folgenden mit wenigen Strichen die Reiche der Mollusken, Würmer und Gliederfüßler im Sinne des Typus nach der morphologischen Seite hin gezeichnet werden, so ist im Auge zu behalten, daß nur große Konturen gezogen werden, daß aber im Einzelnen, in einzelnen Ordnungen und Gruppen die Grundgestalt sich immer wieder ankündigt, Formnaturen sich wiederholen, um erst dann in Weiterbildungen sich fortzuführen, und daß so in ungeheurem Leben auf verschiedenen Stufen, in verschiedenem Grade Hohlform-, Gliederungs- und Axialnatur sich ausbreiten.



31. Figur
Querschnitt durch eine Muschel.
Die Schale (s) umfaßt das ganze Tier. Ihr liegt innen der Mantel an (mf Mantelfalten).
Im Inneren des umhüllten Raumes die Organe (Kiemen, Fuß usw.).
(Nach Boas, Pfortscheller, Heider, aus Abel, Palaeozoologie 1924.)

Die Mollusken im Sinne des Typus

Das Augenmerk sei auf die großen Klassen der Mollusken gerichtet, auf die Muscheln, die Schnecken und die Kopffüßer. Da treten Organe auf, die eine ganz besondere Bedeutung erlangen, indem sie in gestaltlicher Hinsicht diesen Tieren ihr Gepräge geben. Vor allem sei auf den sogenannten *Mantel* hingewiesen, der unter anderem mit der Schalenbildung zusammenhängt. Umhüllende Falten werden von ihm gebildet, Organe senken sich ein, Höhlen entstehen. Eine ganze Welt des Einfaltens, Umschließens und Versenkens tut sich hier auf. Gehen wir von einer Muschel aus, die schematisch in Figur 31 im Querschnitt dargestellt ist. Die Schale (s) umgibt und umhüllt das Ganze; nach innen liegen ihr die Mantelfalten an (mf), die schalenbildend sind. Von dieser Hülle (Schale und Mantel) sind die übrigen Organe umschlossen. Das Muscheltier besteht somit in seiner Organisation aus diesen Hüllformen und den Innenorganen. Schon auf früher Entwicklungsstufe legt sich dieser Charakter an. Figur 32 veranschaulicht die Gastrula einer Muschel. Rechts (m) ist die Einstülpung der Gastrula zu sehen; links (s) deutet sich bereits die Schale an. Also schon auf der Stufe der Gastrula kündigt sich das Muscheltier an. Die Schale wächst und umfaßt den Organismus; innen liegen ihr die Mantelfalten an. Aus der einen einheitlichen Schale entstehen dann die zwei Klappen. Die Tätigkeit und das Leben dieses Wesens bestehen nun weitgehend darin, im *Öffnen* der Schalen Beziehungen Innen/Außen, Außen/Innen einzugehen, im *Schließen* sich als Hohlform gänzlich zu emanzipieren. Das Prinzip der Muschel beruht darauf, daß sie umhüllende und ins Innere aufgenommene, umfassende und umschlossene Organe hat; nur wenige derselben, wie etwa der Fuß, leben im Vorstülpfen und Einziehen.

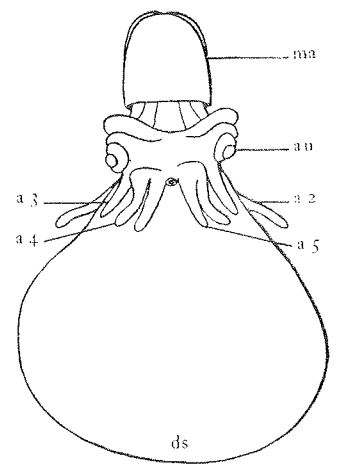


32. Figur
Larve einer Muschel. Die Gastrula ist weitergebildet zur Trochophora. m ist die Einstülpungsstelle, die zum Mund wird. In s deutet sich schon die Schale an; bereits bei der Gastrula erscheint die Schalendrüse.
(Nach Meisenheimer, aus Korschelt und Heider 1936.)

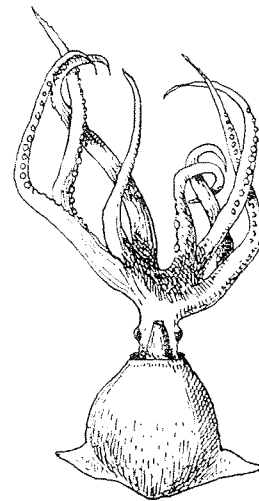
Die Natur der Muschel wird voll sichtbar, wenn ihr als Kontrast ein Tintenfisch entgegengestellt wird. So wie dort «alles» umhüllend

und umhüllt organisiert ist, tritt hier eine imposante *Organisation nach außen* auf: mächtige sogenannte «Arme» rollen sich auf, hochentwickelte Sinnesorgane entfalten sich. Dieser ganze nach außen sich erstreckende Organismus fehlt der Muschel. Man nennt deshalb die Muscheln auch die «Kopfloren» (Acephala); bei den Tintenfischen heißt die hervortretende Partie in diesem Sinne «Kopf». Auf Figur 33 ist der Keim eines Tintenfisches zu sehen. Die große rundliche Form unten auf der Zeichnung ist der Dottersack. Oben sitzt wie eine Kappe der Mantel auf; darunter kommen die Anlagen der «Kopforgane» hervor, Augen, Arme usw. Man könnte auch von einem hervorquellenden «Gesicht» sprechen. Die Figuren 34 und 35 zeigen entwickelte Kopffüßer. Die Organisation der Arme ist herausgetrieben; doch sind sie mit ihren verschiedenen Innen- und Außenflächen, ihrer konzentrischen Stellung um den Mund, ihrem ganzen Bewegungsspiel, ihrem Saugen und Umschlingen, Umfassen und Einschließen auf das Innere des Tieres hinorientiert. Oft bilden die Arme von ihrem Ansatz aus eine sie verbindende Hülle, die im Spiel der Arme eine schirmartige Hohlform darstellt (Umbrella). – Wo aber bleibt bei den Kopffüßern die Schale? Sie ist in der eigenartigsten Weise ins Innere des Körpers versenkt. Zwischen Muschel und Tintenfisch liegen gewaltige Unterschiede der Bildung vor; jedoch können diese darum gesetzmäßig im Sinne mächtiger Umbildung erfaßt werden, weil das Bildeschicksal bestimmter, gemeinsamer Organe, wie etwa des Mantels und der Schale, genau verfolgt werden kann. Wir können – ohne eine genetische Beziehung oder Reihe aufstellen zu wollen – die beiden Gruppen dahingehend charakterisieren, daß, während bei der Muschel der Mantel Hohlform bleibt und die Schale ausscheidet, in der die inneren Organe liegen, beim Tintenfisch die Schale sich einzieht, die Muschelorganisation schwindet, die «Kopfform» dagegen sich hervorstülpt. Auf dem «Wege» von der Muschel zum Kopffüßer gelangt ins Innere, was außen war, und umgekehrt. Im Aufzehren der Muschelnatur, die eine Hohlform ist, entsteht die Innen/Außen-Organisation des Tintenfisches. Umgekehrt: heben wir den Kopffüßer in seiner Entfaltung nach außen auf, so treiben wir gleichsam die tierische Bildung in die Schalenatur zurück. *Muschel und Tintenfisch* sind hochentwickelte und voll entfaltete Stufen des Hohlformgebietes des Typus; indem sich dieses zur eigentlichen Hohlform steigert, entsteht die Muschel, indem es das Beziehungsleben Innen/Außen, Außen/Innen steigert, entsteht der Kopffüßer.

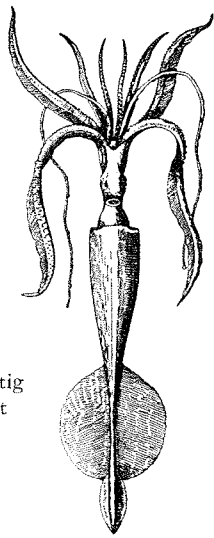
Die Schnecken (Gastropoden) stellen sich zwischen diese Gestalten. Schaut man etwa einer Weinbergschnecke zu, so vollzieht sie in strömender Bewegung gerade jene Vorgänge, die wir oben – gedanklich-plastisch – in der gegenseitigen Beziehung von Muschel und Kopffüßer vollzogen. Sie quillt hervor, stülpt sich aus, stülpt ihren Sinneskopf heraus, entfaltet sich; sie stülpt sich ein, faltet und senkt sich ein, zieht sich in ihr Gehäuse ein, schließt die Öffnung mit der Deckelschale, als reine Hohlform sich emanzipierend. Die Schnecke durchläuft und erreicht in der Bewegung die Zustände, die als Muschel einerseits, als Kopffüßer andererseits, zu Extremen umgebildet, morphologisch festgehalten sind. Indem sie sich ganz ein- und abschließt, erlangt sie die *grundlegende* Formstufe der Muschel, im Ausstülpen und Entfalten des Kopfes



33. Figur
Älterer Embryo eines Tintenfisches.
Oben sitzt der Mantel (ma) auf, darunter kommen die Augen (au) und die Arme (a 1—a 5) in ihren Anlagen hervor (ds Dottersack).
(Aus Korschelt und Heider 1936.)

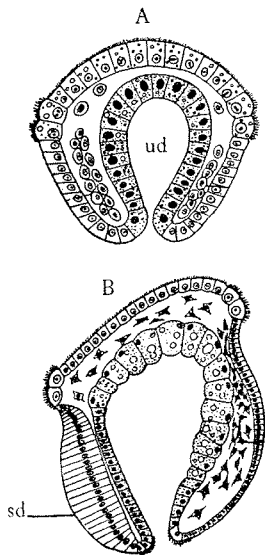


34. Figur
Tintenfisch (ausgestorbene Art).
Die «Kopforgane» sind mächtig ausgebildet.
(Rekonstruktion nach Woodward, Abel,
Palaeozoologie 1924.)



35. Figur
Tintenfisch. Die «Arme» sind großartig entfaltet. Die Mantelform länglich mit Flossen. Ansicht von der Bauchseite. (Nach E. S. Goodrich, Abel, Palaeozoologie 1924.)

36. Figur
A Frontal-, B Medianschnitt früher Entwicklungsstadien einer Schnecke. Die Form ist aus der Gastrula hervorgegangen. ud ist der Urdarm, sd die Schalendrüse. Die ganze Gestalt ist eine elementare Hohlform. (Nach Tönniges, aus Korschelt und Heider 1936.)



zeigt sie eine Organisationsstufe, wie sie der Kopffüßer zu höchster Vollendung bringt. Mit der Muschel im Schalenwesen, durch den «Sinneskopf» mit dem Kopffüßer vergleichbar, steht die Schnecke der *Bildung* nach zwischen den beiden. Sie erreicht deshalb nicht deren einseitige starke und hohe Entfaltung; sie strömt, gleichsam zwischen diesen beiden Extremen pendelnd, hin und wieder.

Da es sich hier nicht um eine systematische Behandlung der Mollusken handelt, kann auf die schier endlose Fülle der Formen, welche in diesem Tierstamm auftreten, nicht näher eingegangen werden. Doch soll noch eine Bemerkung über ein bedeutendes Molluskenorgan, den *Fuß*, gemacht werden. Wenn er auch bei Muscheln und Schnecken im Ein- und Ausstülpfen erscheint, bei den Kopffüßern teilweise in die Außenorgane (*Arme*) umgewandelt wird, so gehört er in seiner Natur nicht ins Gebiet der Hohlbildungen. Sein Quellen und Schwellen, sein pulsatorisch-peristaltisches Bewegen zeigt die Züge des sich gliedernden, in Folgen verlaufenden Typusgebietes; aber dieses erscheint hier in seinem *physiologischen*, nicht morphologischen Aspekt. Die Mollusken ragen mit solchen Organen in dieses weitere Gebiet des Typus hinein; aber sie sind in ihrem Organismus selbst *gestaltlich* von diesem Gebiet nicht erfaßt oder durchdrungen. *Die Mollusken sind nicht metamer*; durch ihre *ganze* Evolution durchlaufen sie Hohlformen im Sinne des Typus, angefangen mit der Gastrula, die sich zur Larve, der sogenannten Trochophora, weiterbildet, welche sich in der mannigfaltigsten Weise zum Weichtier fortentwickelt. Gastrula, Trochophora, weitere Larvenformen, ausgebildetes Weichtier stellen eine Reihe von *Hohlformorganisationen* dar, auch wenn sie in der verschiedensten Weise – physiologisch – in das weitere Gebiet des Typus durch wimpernde Schöpfe, Bänder und Segel, durch Fuß-, Flossen- und «Flügel»-Bildungen hineinragen. Dieses Hineinragen kann verschieden weit gehen: der Fuß kann sehr mächtig werden, die Schale sich einsenken; Nacktmollusken können so entstehen. In anderer Weise kann sich die Tendenz, in das gliedernde Gebiet des Typus hineinzuragen, an der ganzen Gestalt äußern, wie z. B. bei den Wurmmollusken, oder an der Schale, wie bei den Käferschnecken, wo einige Platten hintereinander den Rücken decken. Aber auch in diesen Fällen ist das Tier *selbst* nicht von Segmentierung ergriffen. Wiederholungen ergreifen auch die Gehäuse in vielfacher Weise durch Spiraldrehungen, durch Folgen von Kammer-systemen usw. Aber wie auch immer dieses Hinüber- und Herüber-spielen mit dem Gebiet der Gliederungen, Folgen und Wiederholungen sein mag, die Mollusken sind grundsätzlich und wesentlich folgendermaßen zu charakterisieren: jegliche wahre Metamerie fehlt diesem Tierstamm; er ist durch und durch Innen-, Innen/Außen-, Außen-/Innen-Organisation und ein grandioser Ausdruck des coeloformen Systemes des Typus. Figur 36 gibt Frontal- und Medianschnitt einer Trochophora wieder. Man hat sich diese aus der Gastrula hervorgehend zu denken. Die Höhlung ist der Urdarm derselben (ud), auch die Schalendrüse zeigt sich schon an; die überwölbende obere Platte ist vom Wimpersegel umsäumt. *Morphologisch* hat die Trochophora den Wert einer «Hohlform» *im hier gemeinten Sinne*, wie ihn die Gastrula, die weiteren Molluskenlarven, die Muscheln, Schnecken und auf ihre Weise in der Ausstülpung die Kopffüßer (Cephalopoden) haben.

Die Würmer im Sinne des Typus

Man kann die Würmer gut kennenlernen, wenn man ihre hochentwickelten Formen, die Ringelwürmer, betrachtet. Ihr Körper ist eigentlich nur «Metamerie», eine Folge von Wiederholungen. Segment folgt auf Segment. Diese Gliederung bleibt nicht bloß an der Oberfläche, sondern ergreift alle Organsysteme. Es folgen so der Gesetzmäßigkeit der Metamerie :

die Elemente der Verdauung	die Elemente der Leibeshöhle
die Elemente des Hautsystems	die Elemente der Ausscheidung
die Elemente des Nervensystemes	die Elemente der Fortpflanzung
die Elemente der Atmung (Kiemen)	die Elemente der Bewegung.
die Elemente der Zirkulation	

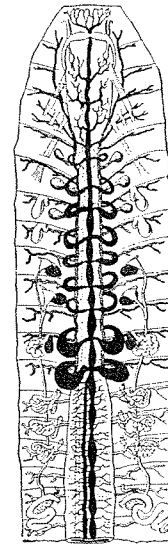
In den aufeinanderfolgenden Segmenten liegen bei den typischen Fällen diese Organe in stetiger Wiederholung. Durchgreifend ist der Organismus der Ringelwürmer von dieser Gliederung oder Segmentierung gestaltet. Um sich ein Bild von dieser mit einer ungeheuren Bilde Gewalt auftretenden Erscheinung zu machen, sei der Vorderteil eines Ringelwurmes abgebildet (Figur 37). Es kommt zunächst weniger auf die Einzelheiten an. Wesentlich ist, zu bemerken, wie immer wieder – in Wiederholung – die Organe in Paaren von vorne nach hinten auftreten, jedesmal gleichsam einen Organismus en miniature bildend. Die in Figur 37 schwarz ausgezogenen Teile geben das Blutgefäßsystem in seiner Anordnung wieder. Die seitlichen knäuelartigen Gebilde hängen mit der Ausscheidung zusammen. Auch die «Scheidewände» der Segmente, die sogenannten Septen, sind sichtbar. Figur 38 soll nochmals die Metamerie veranschaulichen. Es handelt sich wieder um das Vorderende eines Ringelwurmes. Die Folge der Blutgefäße ist zu sehen; das Blut strömt segmental in den Arterien (dunkel ausgezogen) zu den Organen und kehrt in den Venen (nicht ausgezogen) zurück. Auf dem Bild sind die seitlichen stummelartigen Fortsätze (Parapodien) zu bemerken, die ebenfalls der Segmentierung folgen.

Man kann entgegen, daß große Abteilungen der Würmer nicht metamer gebaut sind. Doch kann man beobachten, wie überall im Würmerstamm «Gliederungen» hervortreten, wie Organsysteme mit dem Charakter des Segmentalen sich zeigen, wie überhaupt die Neigung besteht, daß sich die Elemente – von vorne nach hinten – folgen, sei es, daß sich dies als Reihenordnung schon an den Grundelementen, den Zellen, offenbart, sei es, daß sich Organe so verhalten, daß sich eine «Metamerie» durchaus ankündigt, ja zuweilen eine der «echten» Metamerie unverkennbar zu vergleichende Gliederung sich herausbildet.

Wenn demnach bei den Ringelwürmern (Anneliden) die Metamerie ihren vollendeten Zustand erreicht, so bildet sich doch in anderen Abteilungen der Würmer der Vorgang des Sich-Gliederns immer mehr heraus. Nur einige Verhältnisse aus der großen Zahl der Erscheinungen seien angeführt. Figur 39 reproduziert den vordersten Körperteil eines Bandwurmes. Abgesehen von der sogenannten «Kopffartie» (in der Zeichnung oben), ist im nachfolgenden Körperstück das Nervensystem in der zierlichsten Art strickleiterförmig zu sehen; auch die Glieder des Körpers sind im Umriß als Folge zu erkennen. Diese Zustände reichen

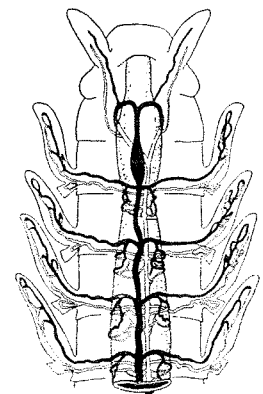
37. Figur

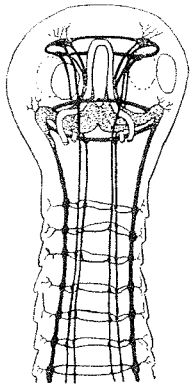
Vordere Körperhälfte eines Ringelwurmes. Es kommt nicht so sehr darauf an, die Einzelheiten der Organsysteme aufzuzählen, als vielmehr darauf, einen Eindruck metamerer Bildung zu vermitteln. Segment folgt auf Segment. Ebenso sind die Organe geordnet. (Die Blutgefäße sind dunkel ausgezogen.) (Haller, Vergleichende Anatomie 1904.)



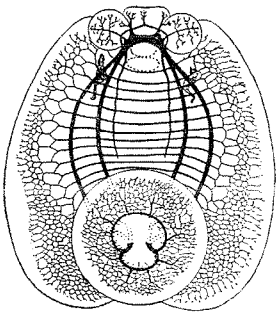
38. Figur

Vorderende eines Ringelwurmes. Das Gefäßsystem der Arterien dunkel ausgezogen; die Gefäße segmental angeordnet. Links und rechts sind die stummelartigen Fortsätze oder Parapodien, ebenfalls in segmentaler Folge. (Nach Claparède, Haller, Vergleichende Anatomie 1904.)

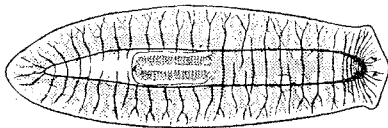




39. Figur
Vorderster Körperteil eines Bandwurmes. Das Nervensystem ist dargestellt. Im Rumpfgebiet stellt es sich als gegliederte Folge dar; ebenso die im Umriss sichtbaren Körperglieder.
(Nach Fowler, ergänzt, Haller, Vergleichende Anatomie 1904.)



40. Figur
Nervensystem eines Saugwurmes. Trotzdem diese Tiere im eigentlichen, engeren Sinne nicht wie ein Ringelwurm metamer sind, ist in der Gestaltung des Nervensystemes eine gegliederte Folge gegeben. Die Wiederholung wirkt bis in die feinste Netzbildung.
(Nach A. Lang, Haller, Vergleichende Anatomie 1904.)



41. Figur
Darm- und Nervensystem eines Strudelwurmes. Das Nervensystem dunkel ausgezogen. Die Folge der Seitenäste ist regelmäßig. Ebenso zeigt sich der Darm in einer gegliederten Folge. Das Tier, im engeren Sinne nicht segmental gestaltet, neigt aber zur wiederholenden Gliederung.
(Aus A. Lang, Vergleichende Anatomie der Wirbellosen 1894.)

an metamere Gliederung heran. Auch das Nervensystem eines Saugwurmes (Figur 40) hat eine Struktur, die deutlich an eine Gliederung gemahnt. Besonders seien die Querverbindungen zwischen den Längssträngen beachtet und das zarte Netzgewebe, in welches sich das Nervensystem dieses Wurmes aufgliedert. In solcher Weise kann vieles genannt werden, was zeigt, wie in Reihen, Streifen, Bändern, Ringeln, Verästelungen und Kammersystemen die Bildung der Würmer sich ausbreitet. Das metamerische Prinzip tritt so in tausendfältiger Art nach und nach hervor. Ganz besonders sei in diesem Zusammenhang auf die Strudelwürmer hingewiesen. Sie sind nicht metamer wie die Ringelwürmer; jedoch läßt sich bei ihnen, die «eigentlich» ungegliedert sind, beobachten, wie nach und nach die Gliederung segmentartig hervortritt und in einzelnen Fällen Tiere hervorbringt, die wirklich segmentiert gebaut sind. (Gunda segmentata Lang.) Wohl spricht man in einem solchen Fall von «Pseudometamerie», doch muß in dieser ein Bilden gesehen werden, das mit der echten Metamerie dem Prinzip nach übereinstimmt, das nur nicht so durchgreifend und beherrschend zur Entfaltung kommt wie diese. Bedeutsame Hinweise auf diese paarigen Organanlagen, die sich bei den Strudelwürmern von vorn nach hinten segmentartig folgen, gibt Lang. «Bei einzelnen Turbellarien (Strudelwürmern), vornehmlich bei Gunda, kommt auch eine Gliederung zustande... durch regelmäßige Anordnung der bei den Polycladen und Tricladen (Abteilungen der Strudelwürmer), in der Mehrzahl vorhandenen Organe, die sich meist paarweise von vorn nach hinten wiederholen. Es wiederholen sich in regelmäßigen Abständen: die Quercommissuren des Nervensystemes (Strickleitersystem), die männlichen und weiblichen Geschlechtsdrüsen, die seitlichen Darmäste, die dazwischen liegenden Dissepimente und die Ausmündungen des Wassergefäßsystemes. Ein solcher *segmentierter* Körper entspricht einer einfachen Plathelminthen-Person (Plattwurm).» (Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere, 1894.) Zur Veranschaulichung diene das Darm- und Nervensystem eines Strudelwurmes (Figur 41). Dunkel ausgezogen ist das Nervensystem mit Querverbindungen und regelmäßig abgehenden Seitenästen. Grau ist der Darm mit seiner Gliederung gekennzeichnet. Die Neigung zur segmentalen Anordnung ist unverkennbar. Während auf diese Weise sichtbar wird, wie die Strudelwürmer gegen das Metamere sich hinbewegen (und ähnliches gilt von anderen Wurmgruppen, siehe die Figuren 39 und 40), kann gerade bei ihnen festgestellt werden, wie sie durch gewisse Merkmale noch auf Hohltiermerkmale hinweisen. In diesem Zusammenhang sei auf die hochinteressante Hypothese, die unter anderen von Lang geschildert und vertreten wird, hingewiesen, wonach die Strudelwürmer von Hohltieren abstammen. Zu dieser Hypothese soll hier keine Äußerung erfolgen; die Tatsache aber, daß die Strudelwürmer durch Kennzeichen ihrer Organisation hohltierartig erscheinen, soll erwähnt werden. Sie zeigen somit eine Stellung, die sich dadurch charakterisiert, daß sie hohltierartige Merkmale haben, ungegliedert sind und doch zur Gliederung übergehen. Damit stellen sich diese Geschöpfe so dar, daß sie sich wurmartig gestalten, trotzdem sie eine Orientierung haben, die zu Hohlformen hinweist. (Siehe Anmerkung Seite 37.)

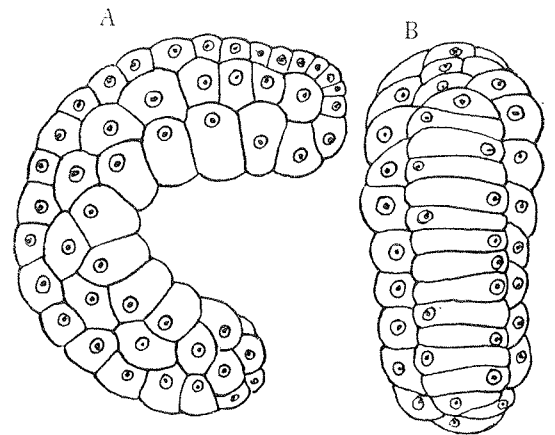
Damit soll einiges angedeutet sein, was zeigt, daß im Stamme der

Würmer sich die Metamerie herausarbeitet und ihnen ihr vorwiegendes Gepräge gibt. Auch dann, wenn durch Verhältnisse, die mit dem Zusammenspiel der Typusglieder zusammenhängen, die echte Segmentierung aufgehoben wird, lassen sich die Merkmale einer Gliederung erkennen.

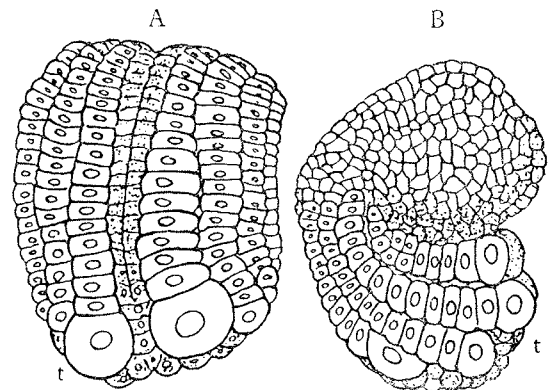
Schon in der Keimesgeschichte sind es die Grundelemente, die Zellen, die dazu neigen, sich als Reihe von vorne nach hinten anzulegen. Natürlich ist dies nicht Metamerie im eigentlichen Sinn; doch liegt in einer solchen Anordnung dasselbe Verfahren, wie es die Metamerie anwendet. Diese ist eben der ausgesprochenste Fall und bringt gestaltlich das entsprechende Typusglied vollkommen zum Ausdruck. Am Embryo eines Fadenwurmes (Figur 42) soll das, was gemeint ist, anschaulich werden. Es sind die *Zellen*, die regelmäßig von vorne (oben in der Zeichnung) nach hinten angeordnet sind und eine Reihenfolge darstellen. Selbstverständlich sind da noch keine Segmente zu finden; doch webt hier die Wiederholung auf der Stufe der Zellen. Ganz besonders ist es aber der sogenannte *Mesodermstreifen* der Ringelwürmer, der in dieser Formierung erscheint. Dieser Streifen stellt die Anlage des mittleren Keimblattes dar; an ihm offenbart sich überhaupt die Metamerie im weiteren Verlauf zuerst. Aber schon vorher, als bloße Anlage, ist er eine *reine Folge*, nicht von Segmenten, sondern von Zellen. Unweigerlich spricht sich hier (Figur 43) dasselbe Element aus, das in der echten Metamerie wirkt. Links ist der Embryo eines Ringelwurmes von unten, rechts von der Seite zu sehen; bei t ist das hintere Ende. Die reinen Zellreihen stellen die Anlagen dar, die sich dann im Verlaufe der Entwicklung metamer zu den verschiedenen Organen weiterbilden. Der Streifencharakter greift auch auf die anderen Keimanlagen, zum Beispiel auf das äußere Keimblatt über, so daß das beherrschende Bildeprinzip in der reinen Reihenfolge zu erkennen ist. Es liegt gleichsam eine «Metamerie» auf der Stufe der Zelle vor.

In welchem hohem Maße gerade die Würmer Ausdruck des gliedernden, wiederholenden Gebietes des Typus sind, wird deutlich, wenn noch andere Erscheinungen in Betracht gezogen werden, die *physiolo-*

42. Figur
Embryo eines Fadenwurmes. A von rechts. B vom Rücken gesehen. In regelmäßiger Reihe erscheinen die Zellen angeordnet. Trotzdem es sich natürlich nicht um Segmente handelt, ist die wiederholende Folge da.
(Nach Martini, aus Korschelt und Heider 1936.)

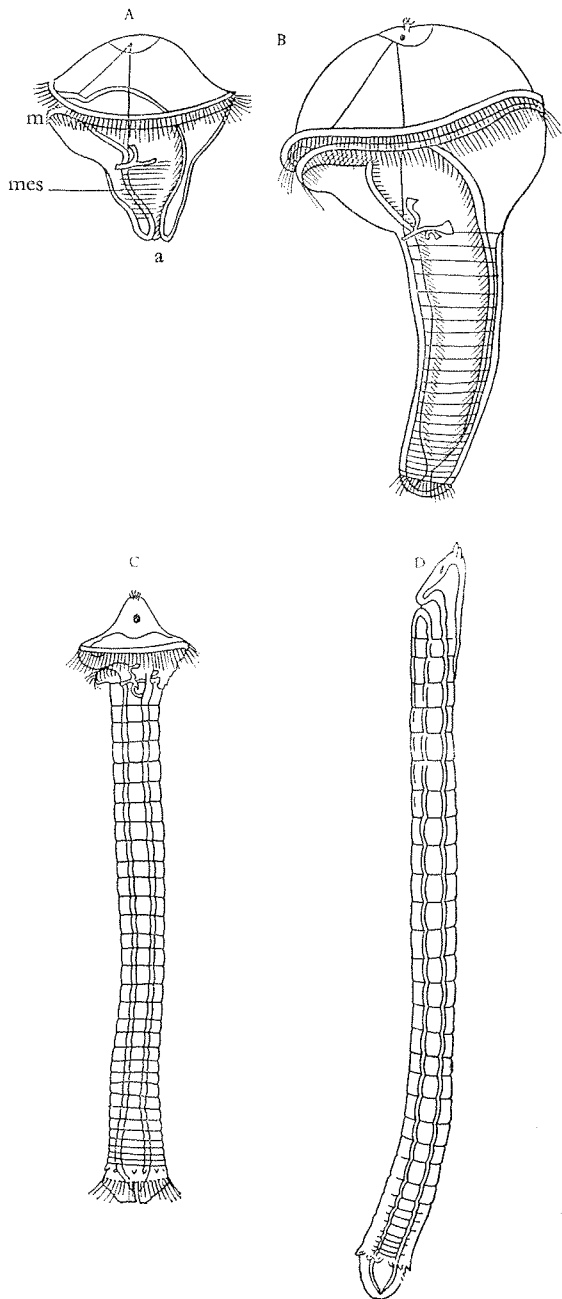


43. Figur
Embryo eines Ringelwurmes. A von der Bauchseite, B von der Seite gesehen. Die Elemente sind in reinen Reihen angeordnet. Wiederholende Gestaltung auf der Stufe der Zellen. t hinteres Ende.
(Nach Tannreuther, aus Korschelt und Heider 1936.)



ANMERKUNG. So berichtet Lang von einem Strudelwurm «mit Augen am ganzen Körperand». Ebenso ist da von einer Art die Rede, die «nach Belieben vorwärts oder rückwärts kriechen kann». (Lang, die Polycladen des Golfes von Neapel, eine Monographie. 1884.) Auf diese Orientierung der Strudelwürmer, bei denen der Mund in der Mitte der Unterfläche liegt, der Darm ein Blindsack ist, weist auch Victor Franz hin (Hdb. der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Band I), indem er von den Plattwürmern sagt: «Waren sie damals noch klein und ohne besondere Organbildung, also vom Bauplan der typischen Gastrula, so war und ist der biometabolische Modus der Cölomatenwerdung im wesentlichen ontogenetisches Hinausschreiten über den vormaligen adulten Zustand und erklärt sich hierdurch die Gastrula als heutiges ontogenetisches Stadium (soweit sie in typischer Ausbildung auftritt).» So spiegelt sich Hohlformwesen in den Strudelwürmern, die in ihrer Längsgestalt und ihrem Hinneigen gegen das Metamere bereits eine andere Gesetzmäßigkeit erkennen lassen.

44. Figur
 Vier Stadien der Metamorphose eines Ringelwurmes (Polygordiuslarve). A Trochophora. m-a Markierung des Darmes. Im unteren Teil eine feine Strichelung (mes), die Anlage des metameren Wurmkörpers. Dieser entwickelt sich B-C-D, während die unsegmentierte Trochophora schwindet. (Nach Hatschek, aus Korschelt und Heider 1936.)



gisch vollbringen, was morphologisch in der Metamerie sich ausprägt. Vor allem ist da die ungeschlechtliche Vermehrung der Ringelwürmer zu nennen; das *Individuum* wird hier auf eine höchst auffällige Art wiederholt. Bei gewissen Arten «zerfällt» sozusagen der Wurm in mehrere Stücke; diese bilden das Fehlende, sei es Kopf, Schwanz oder beides, neu. Bei anderen treten am Körper Zonen auf, in denen sich das Tier durchteilt. So entstehen zwei Individuen, die sich entsprechend regenerieren. Doch wiederholt sich an diesen Tochterindividuen der Vorgang abermals, oft bevor sie sich selbst getrennt haben, so daß eine sich in sich selbst erzeugende Kette von Individuen hervorgebracht wird. Wieder anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn gewisse Körperpartien, z. B. das Hinterende, sich umformen, sich gewissermaßen selbständig machen, sich abtrennen und einen «Kopf» neu bilden. Zuletzt kommt es dazu, daß auch dieser Vorgang noch im Zusammenhang mit dem Stamtier sich wiederholt und eine Kettenfolge von Individuen sich erzeugt (Figur 11). Mit dem Schein des Unendlichen und der ewigen Wiederholung tritt hier das Reproduktionsvermögen auf.

Wie *entwickeln* sich die Ringelwürmer im Sinne des Typus? Zur Charakterisierung ihrer Entwicklungsgeschichte sei das Beispiel von Polygordius gewählt. Die Larve dieses im Mittelmeer lebenden Ringelwurmes ist eine *Trochophora*, wie wir sie in ähnlicher Art bei den Mollusken kennenlernten, und wie sie auch bei den anderen Ringelwürmern vorkommt. So verschieden gestaltet diese Trochophoralarven bei den mannigfaltigen Arten auch erscheinen, so beruhen sie doch alle auf einer Grundform, die als solche *den morphologischen Wert einer Gastrula* hat. (Abweichungen, die auftreten in bezug auf den Darm, die Wimperorgane u. a., sind Fortbildungen der Trochophora, die ihren Grundcharakter nicht aufheben.)

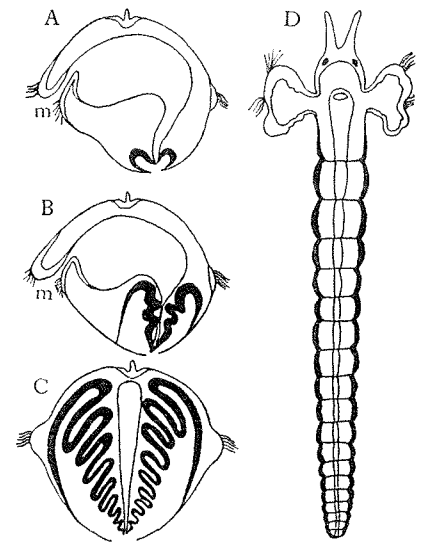
Die Trochophora von Polygordius ist in Figur 44 A dargestellt. Sie ist aus einer Gastrula hervorgegangen; ein Wimperring umsäumt sie zwischen der oberen Scheitelkuppel und der unteren Partie. Der Darmkanal schimmert durch; sein Verlauf ist mit m und a markiert. In der unteren Hälfte gewahrt man eine Reihe von feinen Strichen, den Mesodermstreifen. Während also die Trochophora selbst keinerlei Metamerie aufweist, setzt hier im unteren Ende eine Reihe, eine Gliederung an. Auf den Figuren 44 A, B, C, D ist nun in bedeutsamster Art zu sehen, wie der metamere Teil auswächst und sich entwickelt, wie solchermaßen der eigentliche Wurm hervorz wächst, und wie, während sich das vollzieht, der Trochophoranteil zurückgeht und unscheinbar wird. Eine großartige Umbildung erfolgt: die Gestaltung eines Hohlformwesens, eben der Trochophora, ist der erste Impuls der Annelidenentwicklung; dann setzt ein zweiter Impuls, der metamere, gliedernde ein, der in der Ausgestaltung des Wurmes der herrschende wird. Die beiden Typusgebiete folgen sich hier: zuerst tritt das Hohlformprinzip auf und gestaltet bis zur Larvenform; dann setzt das gliedernde Prinzip als ein zweiter Impuls ein und gestaltet den Wurm. Hier läßt sich ein *genetisches Verhältnis der Typusglieder* erkennen. Der Vorgang kann aber noch einen Schritt weiter gehen. Figur 45 bringt vier Stadien der Entwicklung einer anderen Polygordiusart zur Darstellung. Zuerst (A) haben wir die Trochophora. An ihrem unteren Ende stülpt sich eine Form ein, die dunkel ausgezogen ist. Die Einstülpung nimmt immer

mehr zu, bis sie in C quasi die Trochophora ausfüllt. Man sieht an ihr eine Fältelung auftreten. Dieses ganze Hohlformgebilde stellt aber nichts anderes dar als den metameren Wurmkörper, der nun in D hervortritt. Man hat sich den Wurm zuerst als Hohlform und erst dann als sich erstreckende Körpergestalt zu denken. Die schwarz ausgezogenen Konturen weisen schematisch auf diese Einstülpung, die natürlich eine plastische ist, hin. Das Bedeutsame ist, daß dem Impuls, der den Wurmkörper bildet, *zuerst*, wenn auch in Faltung, ein Hohlformstadium vorgeht, daß ein solches Stadium der Einstülpung durchlaufen wird, bevor die rein metamere Etappe einsetzt. Wir fassen zusammen: zuerst ist die Trochophora da, eine Hohlform im Sinne des Typus; dann kommt ein weiterer Entwicklungseinschlag; aber auch dieser tritt zuerst als Hohlform auf, die eine Reihe von Falten aufweist; dann erst kommt es zur Ausbildung des metameren Wurmkörpers. Die Larve der Figur 44 nennt man Exolarve, die der Figur 45 Endolarve des Polygordius. Selbstverständlich spielen sich diese Vorgänge bei anderen Ringelwürmern in der verschiedensten Weise ab und zeigen einen anderen Verlauf als die Polygordiusentwicklung. Doch ist es möglich, bei den Anneliden von einem «Kopfgebiet» und von einem «Rumpfgebiet» zu sprechen, einen «Kopfkeim» und einen «Rumpfkeim» zu unterscheiden. In den «Kopf» geht unsegmentierte, umgewandelte Trochophoranatur über (siehe Figur 44). Aus der Genese der Anneliden ergibt sich die Anschauung, daß ein erster Bildeimpuls *Hohlformcharakter ohne Metamerie* hat und sich unter Umbildung und Reduktion im Kopfgebiet erhält, daß ein zweiter Einschlag die metamere Figur hervorbringt und den Rumpf des Wurmes bildet, indem er bei dem Fall der Endolarve einen Einstülpungszustand vorher noch einmal durchläuft, und dann erst, Segment nach Segment prägend, zur Wurmgestalt führt.

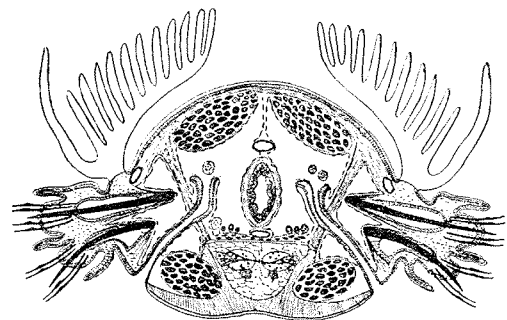
Bei den Borstenwürmern finden sich links und rechts stummelartige Fortsätze (Parapodien), je ein Paar pro Segment. Diese tragen Borsten, Spieße, Stacheln usw. Es handelt sich bei den Parapodien um Bewegungsorgane; doch bewegen sie sich nicht in sich, da *keinerlei Gelenke* hervortreten. Trotzdem sind diese Gebilde «Extremitäten», Andeutungen von solchen. Die Würmer erheben sich da, wo sie zu ihrer höchsten Ausbildung gelangen, zu Anlagen axialer Organe. Sie grenzen in der Bildung der Parapodien an das axiale Gebiet des Typus an. Figur 46 gibt einen Querschnitt durch einen hochentwickelten Polychaeten (Borstenwurm). Nach oben kammartig die Kiemen; links und rechts die fußartigen Ausbildungen (Parapodien). In ihnen sind (dunkel ausgezogen) die Borsten sichtbar. Man kann einen Eindruck von ihrem strahligen Charakter bekommen. Mit ihnen sind sogar gewisse Muskelzüge verbunden. Sie können als Vorstufen wahrer Extremitäten gelten. Zu einer vollen Organentfaltung im axialen Gebiet erheben sich die Würmer aber nicht; doch können die Parapodien zur Charakterisierung dieses Gebietes beitragen.

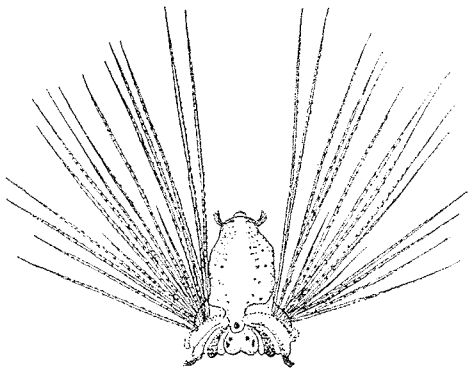
Bei diesen skizzenhaften Ausführungen über große Gebiete des Tierreiches kommt eine systematische Darstellung des Typus oder eines seiner Glieder nicht in Frage. Doch soll darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Anschauung den Typus immer wieder gewinnen kann, wenn sie in die Fülle und Vielfalt der Erscheinungen eindringt. Die Lücken der hier gegebenen Darstellungen kann sich deshalb diese An-

45. Figur
Metamorphose der Endolarve eines Ringelwurmes (Polygordius). Im wesentlichen wie Figur 44; nur durchläuft auch der Wurmkörper in seiner Anlage eine Hohlformstufe: A B C; in D stülpt er sich aus (der Rumpfteil dunkel ausgezogen). m Mund.
(Schematisch nach Söderström und Woltereck, aus Korschelt und Heider 1936.)



46. Figur
Schematischer Querschnitt durch einen höheren Ringelwurm. Nach oben kammartig die Kiemen; links und rechts ragen die Parapodien hervor, in denen die Borsten stecken (dunkel ausgezogen). Man kann darin elementare Gliedmaßen angedeutet finden.
(Haller, Vergleichende Anatomie 1904.)

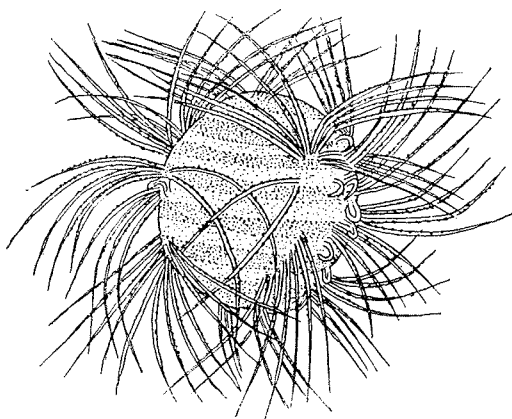




47. Figur
Larvenstufe eines Ringelwurmes. Beidseits
des Körpers strahlige Stacheln. Diese axialen
Bildungen der Larvengestalt werden in
der Metamorphose zur Wurmform abgeworfen.
(Nach V. Haecker,
aus Korschelt und Heider 1936.)

schauung stets selber ausfüllen. Zum Beispiel reißt die Wirksamkeit der Hohlbildungen bei der Ausbildung des Wurmkörpers nicht einfach ab. Auch die Hohlformerscheinungen haben ihr weiteres Schicksal. Während die Trochophoralarve schwindet und der ganz und gar metamorph durchgebildete Ringelwurm die Entwicklung beherrscht, «höhlen sich» die Ursegmente. Diese Innenräume werden zur Leibeshöhle, zum Coelom. Man hat so bei einem genauen Aufnehmen der Tatsachen ein Weiterarbeiten des Typus im Ganzen. Die Höhlungen im segmentierten Leib haben im Verlauf der Evolution ihre weiteren Schicksale. Sie wurden hier erwähnt, um anzudeuten, wie die Grundgestalt in der Vielgestalt arbeitet. Auch die Trochophoralarve der Ringelwürmer ist ein Ausdruck dieses gesamthaften Arbeitens. Ihre *Grundform* gehört dem coeloformen Gebiet des Typus an; doch erscheinen an ihr wimpernde Schöpfe, Schnüre, Bänder, und in einer höchst auffallenden Weise sendet sie bei manchen Formen strahlenhafte Gebilde aus. Auf den Figuren 47, 48, 49 sind wahrhaftig Larvengestalten von Würmern zu sehen, die als Larven zum axialen Charakter vordringen. So ergeben sich die Aspekte des morphologischen Typus wiederum auf der Stufe der Trochophora selber und machen seine Neigung, als Ganzes zu wirken, sichtbar.

Die Gliederfüßer im Sinne des Typus



48. Figur
Larve eines Ringelwurmes. Rings mit Borsten-
büscheln erscheint dieses Stadium; diese werden
in der Metamorphose abgeworfen. Die Larve
stellt gewissermaßen eine «Tierform für sich»
auf einer bestimmten Entwicklungsstufe dar.
(Nach V. Haecker,
aus Korschelt und Heider 1936.)

Bei den Gliederfüßern (Arthropoden) vollzieht sich der Schritt zur axialen Organisation. Man braucht nur den Blick auf einige typische Vertreter (Libellen, Heuschrecken, Käfer, Fliegen, Bienen, Schmetterlinge usw.) zu werfen, um zu bemerken, bis zu welcher Höhe die Raumorgane sich hier steigern, sowohl die Gliedmaßen als auch vor allem *die Flügel*. Daneben finden sich Gestalten, die zwar Merkmale der Gliederfüßer an sich tragen, sich aber nicht zu höherer Gliedmaßenbildung oder gar zum Flugvermögen erheben. Auf den ersten Blick könnte man sie «gesteigerte Würmer» nennen; doch gehören sie in ihrer Organisation zweifellos zu den Arthropoden; es sind dies vor allem die Tausend- und Hundertfüßer. Bei ihnen fügen sich zahlreiche gleichartige Segmente mit gleichartig sich wiederholenden Gliedmaßen aneinander, so daß bei diesen Tieren die Metamerie noch das beherrschende Prinzip ist, und zwar in solchem Maße, daß noch nach der Embryonalzeit Segmente gebildet werden. Der aus der Eihaut hervorgehende Tausendfuß besitzt nur wenige Glieder und Gliedmaßen. An seinem Hinterende liefert nach dem Ausschlüpfen eine Zone des Keimens fortlaufend neue Segmente, bis der ausgewachsene Zustand erreicht wird. Dieses Heranwachsen geschieht in periodisch auftretenden «Häutungen». «Die Häutung ist ein recht eingreifender Vorgang, bei dem die Tiere in einen halbstarren Zustand verfallen und sich zwischen Laub oder in die Erde verkriechen, wo sie (ähnlich wie bei der Eiablage) eine Häutungskammer bauen. Nach jeder Häutung treten neue Segmente und Beinpaare auf. . . » (Korschelt.) Diese Häutungen, die gerade bei den Arthropoden eine große Rolle spielen, sind im Grunde *Ereignisse der*

Wiederholung im Wachstum. Sowohl im Bau als auch in der Entwicklung sind Tiere, wie die Tausendfüßer, in eminentem Maße Ausdruck des Typusgliedes, das sich in Folgen und Gliederungen auslebt.

Aber nicht nur solche hochgradig metameren Naturen (Tausend-, Hundertfüßer, Onychophoren usw.) kommen bei den Gliederfüßern wieder vor, sondern auch Hohlformgestalten treten auf, so vor allem bei den *Krebsen*. Schalenbildungen, Muscheltiere entstehen hier in der eigenartigsten Weise. Das Bild, das sich dem Betrachter des Arthropodenstammes darbietet, offenbart, wie sich in großen Gruppen die Glieder des Typus auf dieser Stufe der tierischen Entwicklung wiederum ausprägen, wie sich Hohlformen zeigen, metamere Naturen auftreten, und wie sich dann im Reich der Insekten die axiale Gestaltung ausbreitet.

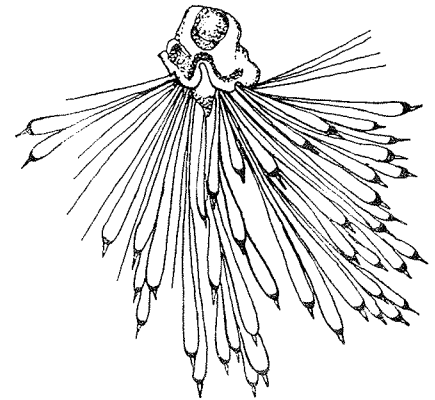
Wir haben somit:

1. viele Krebse als «Hohlformtiere» auf der Stufe der Gliederfüßer;
2. Tausend-, Hundertfüßer als metamere Tiere auf der Stufe der Gliederfüßer;
3. viele Insekten als axiale Tiere im Stamm der Gliederfüßer.

Der Typus rekapituliert sozusagen in einer neuen Entwicklungsstufe entsprechend den veränderten Verhältnissen die vorherigen Stufen. So reihen sich nebeneinander Hohlformgestalten, Gliederungsbildungen und axiale Ausprägungen.

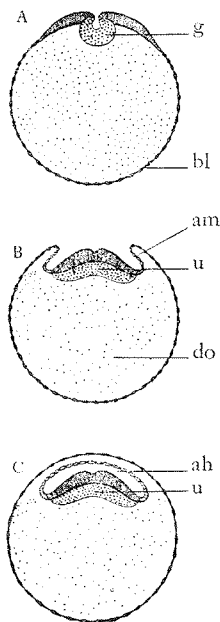
Wie ist der Übergang von den metameren oder gegliederten Tieren zu den axialen bei den Arthropoden zu kennzeichnen? Zwei Vorgänge stehen im Vordergrund: Reduktion der Segmente und Verschmelzung von Segmenten. Die in der Gliederung sich hinstreckende Körpergestalt verkürzt sich, indem die metamere Natur schwindet. Die Gestalt konzentriert sich und wird gedrungen, weil Segmente, vor allem die sogenannten Brustriinge, in Eines verschmelzen und ganz in den Bereich der Flugorgane und der drei Beinpaare gebracht werden (Insekten). In dem Maße, in dem sich der segmentierte Organismus reduziert, werden die axialen Organe, seien es Lauf-, Kletter- oder Sprungbeine, seien es die Flügel als die gewaltigste Steigerung der Axialität, herausgetrieben. Im Hinterleib bleibt noch metamere Natur erhalten; doch kann sie auch da unansehnlich werden, verwachsen und schwinden.

Alle diese Vorgänge treten uns besonders eindrucksvoll vor Augen, wenn wir die Entwicklungsgeschichte einzelner Insekten betrachten. Die verschiedenen Etappen rekapitulieren sich dabei und die Gebiete des Typus werden in gewisser Weise wiederum durchlaufen. Selbstverständlich können nur vereinzelte Tatsachen namhaft gemacht werden; jedoch finden sich Verhältnisse, wie die hier angeführten, in den verschiedensten Ordnungen der Insektenwelt. Die Beispiele sind von Insekten genommen, die eine vollständige (holometabole) Entwicklung durchmachen; die Entwicklungsstufen sind hier umfassend ausgeprägt, während bei anderen Insekten die Umwandlung geringfügig oder allmählich durch eine Reihe von Häutungen vollzogen wird. Hat man auf der einen Seite die Vorgänge der Entwicklung durch Häutung und Vermehrung der Segmente und auf der anderen die totalen Umwandlungen der (holometabolen) Entwicklung vor Augen, so lassen sich die übrigen Verhältnisse der hier nicht erwähnten Insekten als Übergänge und Stufen zwischen diese beiden Entwicklungsarten einfügen.

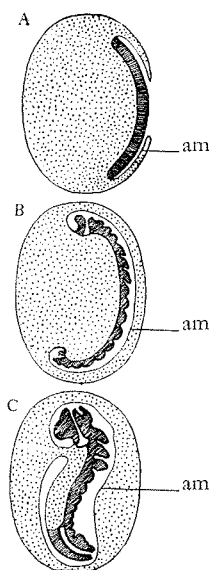


49. Figur
Larve eines Ringelwurmes aus der Sargassosee.
Hochgradige axiale (strahlige) Ausbildung in
einem larvenhaften Stadium. Die Larvenform
ist natürlich dem fertigen Wurm ganz unähnlich.
Die Larvengestalt wird abgeworfen.
(Nach Haecker,
aus Korschelt und Heider 1936.)

50. Figur
Drei Querschnitte durch die Embryoanlage eines Insektenkeimes zur Charakterisierung des Bildestiles. A oben Einstülpung; die punktierte Anlage (g) wird eingestülpt und ganz versenkt (als u in B, C). In B falten sich die Keimhüllen auf und vereinigen sich (C). Dadurch wird der ganze Keim in eine Höhle eingesenkt. Die Keimhaut bl umfaßt den Dotter do. Das Amnion am umgibt die Amnionhöhle ah. (Aus Korschelt und Heider 1936.)



51. Figur
Drei Längsschnitte (A B C) durch die Embryoanlage eines Schmetterlings. Auffalten und Zusammenschluß des Amnion (am). Der Keim wird in die Tiefe eingestülpt und versenkt. (Nach Kowalevsky und Tichomiroff, aus Korschelt und Heider 1936.)

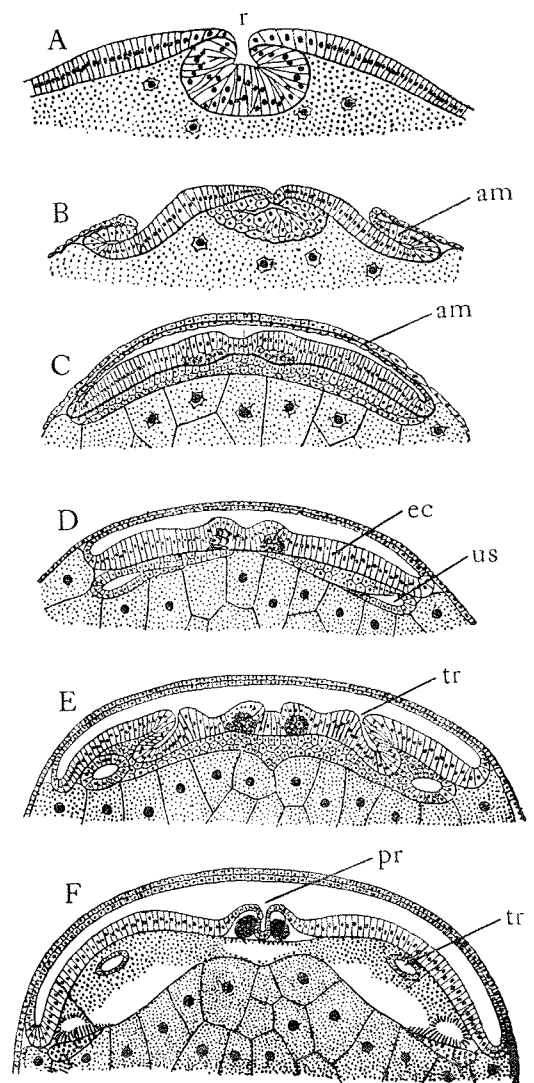


Käfer, Fliegen, Wespen, Schmetterlinge u. a. sind Insekten mit holometaboler Entwicklung. In einer ersten Epoche treten in der Keimesentwicklung dieser Tiere umfassende *Einstülpungen*, *Einfaltungen* und *Versenkungen* auf. Figur 50 veranschaulicht schematisch in Querschnitten drei Momente dieser Epoche der Insektenentwicklung. (Von den vorangehenden Vorgängen wird hier zunächst abgesehen.) Die Keimhaut (bl) umfaßt den Dotter (do); oben ist die Anlage des Keimes im *Querschnitt*. Die punktierte Partie ist bei A in der Einstülpung begriffen, hat sich bei B und C eingesenkt und unter der gestrichelten Keimschicht ausgebreitet. Sie wird als unteres Blatt bezeichnet (u). Während sich dieses *am Keimstreifen selber* vollzieht, falten sich in B seitliche Partien auf, die zusammenkommen und sich in C vereinigen. *Der Keim ist nun ins Innere versenkt*. Es ist eine Höhle entstanden, deren Innenwand vom Keim (gestrichelt und punktiert) und vom Amnion (am) gebildet wird. Dieser zweite Vorgang vollzieht sich nicht innerhalb des Keimes, sondern mit dem *ganzen* Keim. Auf diese Weise haben wir erstens coeloforme Gestaltung im Keim selber, die zur Organentfaltung hinführt, und zweitens coeloforme Gestaltung *am ganzen* Keim, was den Zustand des Keimes *in den Embryonalhüllen* herbeiführt. Dieser zweite Vorgang sei noch einmal bei einem Schmetterlingskeim veranschaulicht (Figur 51). Die gestrichelte Partie stellt den Keimstreifen im *Längsschnitt* dar. Wieder falten sich die Häute ringsum auf und versenken den Keim ins Innere. Während der Keim auf diese Weise ganz in die Embryonalhäute gehüllt wird, spielen sich am Keimstreifen selbst die gliedernden, metameren Prozesse ab; sie sind in B zu sehen und bilden sich als die Ursegmente von vorne (in der Zeichnung oben) nach hinten aus. In C ist der schon mehr gestaltete Schmetterlingsembryo in der Amnionhöhle von den Häuten fast ganz umhüllt. Aus den mannigfaltigen Ordnungen der Insekten können solche Beispiele angeführt werden; denn die Vorgänge der Keimbewegung, die Bildung der Embryonalhüllen und anderer Embryonalorgane, die Immersionen oder Eintauchungen des Keimes sind Prozesse, welche diese Stufe der Insektenentwicklung in umfassender Weise beherrschen, so daß diese erste Etappe bei den Insekten als weitgehend *zum coeloformen System* des Typus gehörig beschrieben werden kann. Zur Verdeutlichung sei noch das Beispiel eines Wasserkäfers angeführt. In Figur 52 sind sechs Stadien des Embryos im Querschnitt festgehalten. Trotzdem es sich ja nur um eine flächenhafte und schematische Darstellung handelt, kann man einen Eindruck von dem embryonalen Geschehen bekommen, wenn man *plastisch* die Furchen-, Taschen-, Höhlenbildung mitzumachen versucht und sich in die ungeheuren embryonalen Umwandlungen einlebt. Zuerst (A) ist in der Mitte der im Querschnitt getroffenen Keimanlage eine Einsenkung zu sehen, die am wirklichen Keim einer länglichen Rinne entspricht. Die Vertiefung schreitet in B fort und wird in C zu einem innenliegenden, sich ausbreitenden Blatt, an dem die Ursegmente (us) erscheinen, die sich aber selber wieder aushöhlen. Während dieser Vorgänge faltet sich in B die äußere Keimhaut links und rechts auf (am); die Falten fließen zusammen (C), bilden die Embryonalhüllen und der ganze Keim ist wieder in eine Amnionhöhle gehüllt (am). Am sogenannten äußeren Keimblatt (ec) formen sich organbildend weitere Furchen und Einstülpungen; in der Mitte entsteht von C an eine Vertiefung, die Nerven-

rinne (pr); seitlich stülpen sich die Atemorgane, die Tracheen ein (tr). In diesen sechs Querschnitten sind sechs Momente einer fortlaufenden Entwicklung festgehalten, durch welche Höhlen, Innenorgane, Organversenkungen usw. entstanden sind. Unterdessen geht die Segmentierung vor sich; weitere Organe, wie z. B. die Gliedmaßen, legen sich in segmentaler Folge an.

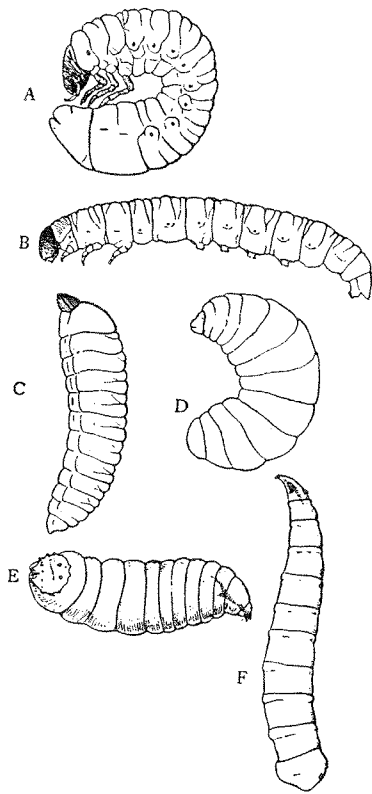
Die bis jetzt beschriebenen Vorgänge der Einzelentwicklung betreffen den *Embryo*; nun tritt die *Larve* hervor. Aus der embryonalen Entwicklung geht damit eine Tiergestalt hervor, die in ausgesprochenem Maße *metamer* gebildet ist. Es sei an die Engerlinge des Maikäfers, die Maden der Wespen, Bienen oder Fliegen, die Raupen der Schmetterlinge erinnert. Ihr Charakter ist in Figur 53 der äußeren Form nach festgehalten.

Diese Larven sind für die holometabolen Insekten eine *Phase* ihrer Entwicklung; sie schreiten über diese Stufe hinaus. Für andere Arthropoden dagegen ist aber eine solche metamere Gestaltung die bleibende Gestalt des ausgewachsenen Tieres; sie erreichen nur die metamere Stufe. Sie halten gleichsam fest, was für die höheren Insekten eine larvale Etappe ist. Was also das eine Mal eine fertige Tierform darstellt, ist das andere Mal eine Larve, die einer weiteren Umwandlung entgegengeht. Diese Kennzeichnung bezieht sich auf das wesentliche Gestaltungsprinzip derselben. So wird die Larve zahlreicher holometaboler Insekten «*Campodea-Larve*» genannt, weil sie in wesentlichen Merkmalen übereinstimmt mit einem niederen Insekt, das *Campodea* heißt. Figur 54 stellt die Larve, eben die *Campodea-Larve* des Gelbrandkäfers dar. Damit soll keine phylogenetische Vorstellung verknüpft werden. Worauf es hier ankommt, ist, daß mit einer gewissen Notwendigkeit in der Arthropodenentwicklung eine *metamere Stufe* auftritt. Auch dann, wenn das ausgebildete Tier die axiale Natur repräsentiert, und dementsprechend die metamere Bildung in weitem Maße aufhebt, wird mit einem besonderen Akzent die metamere Stufe durchlaufen, eben als *Larve*. Diese Larven können fußlos sein; auch «kopflose» Maden kommen vor; andere haben Kopf- und Gliedmaßenbildungen, wie etwa die Schmetterlingsraupen. Das Wesentliche, was nun erfolgt, besteht darin, daß im typischen Fall ein ganz neuer Einschlag einsetzt, der das Larventier ganz und gar umwandelt, so verwandelt, daß aus dem Engerling der Maikäfer, aus der Made die Biene, aus der Raupe der Schmetterling wird, d. h., daß *das metamere Tier zu einem axialen Tier* wird. Im ausgeprägten Fall handelt es sich bei dieser Verwandlung in bezug auf manche Organe, vor allem in bezug auf die Gliedmaßen und die Flügel, um *reine Neubildungen*. Gewisse Gewebe dagegen werden in der Metamorphose übernommen, andere zerfallen, wieder andere werden zum Teil neu aufgebaut. An bestimmten Regionen, den sogenannten Imaginalscheiben, treten die reinen Neubildungen hervor. Figur 55 ist ein schematischer Querschnitt durch den Brustteil einer Mücke, die in der Umwandlung begriffen ist. Ringsum geht als Kreis die Larvenchitinhaut; der innere Kreis, die Larvenhaut, ist an vier Stellen eingestülpt. In den Einstülpungen sind Anlagen enthalten; aus den beiden oberen gehen Flügel, aus den unteren Beine hervor. Noch einmal ist in Figur 56 dieser wunderbare Vorgang der Neubildung bei der Stubenfliege dargestellt. A zeigt die tiefe Versenkung der

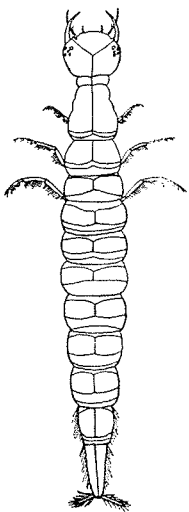


52. Figur
Sechs Entwicklungsstadien des Embryos eines Wasserkäfers. Zur Charakteristik des Formens-
stiles in der Embryonalzeit. In A Einstülpung (r), die zu einer in die Tiefe versenkten Anlage
führt; in dieser hohlen sich die Ursegmente
aus (us). ec äußeres Keimblatt; darin stülpen
sich die Atemorgane (tr) ein. B Bildung der
Amnionfalten (am), die sich zur Amnionhöhle
zusammenschließen (C). pr die
sich einsenkende Nervenrinne.
(Nach Heider, aus Korschelt und Heider 1936.)

53. Figur
Larven verschiedener Insekten, die alle von der metameren Gliederung beherrscht sind.
a Engerling, b Schmetterlingsraupe, c Rüsselkäferlarve, d Bienenlarve, e und f Fliegenlarven.
(Aus Weber, Korschelt und Heider 1936.)



54. Figur
Larve des Gelbrandkäfers, die sogenannte Campodea-Larve; sie ist dem Insekt Campodea weitgehend ähnlich. Dieses ist eine «fertige Tierform», während die Campodea-Larve die Metamorphose zum Käfer durchmacht.
(Nach Blunck, aus Korschelt und Heider 1936.)



Anlagen; in B, C und D erfolgt das allmähliche Hervorwachsen der Bein- und Flügelkeime. Auf solche Weise bilden sich also Organe, die im ausgebildeten Zustand im eminentesten Sinne axiale Gestaltungen sind.

Schon die wenigen angeführten Beispiele stellen die Etappen einer holometabolen Einzelentwicklung vom Embryo zur Larve, von der Larve zum entfalteten Tier (Imago) so vor Augen, daß in diesen drei Etappen die drei genannten Glieder des Typus auseinandergelegt erscheinen, und zwar dergestalt, daß in der Embryonalepoche das coeloforme, in der Larvenepoche das metamere, in der Imagostufe das axiale Typusgebiet zu besonderer Entfaltung gelangt. In den Puppen, die sich zwischen Larve und Imago bilden und eine oft erstarrte Außenform tragen, liegen verschiedene Ausgestaltungen vor, die nach dieser oder jener Seite des Typus spielen. Bedeutsam sind jene Pupae, welche bereits, wenn auch in erstarrter, mumienhafter Art, einiges Organhafte fortsatzartig vorgebildet an sich tragen und als Vorstufe zum Axialen erscheinen.

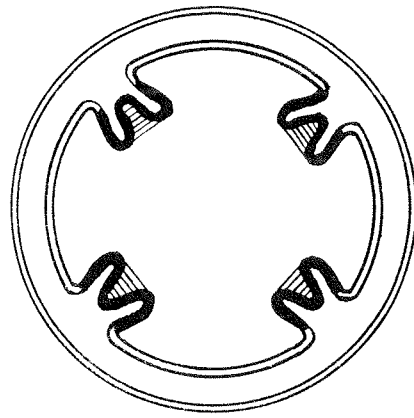
Mit diesen vereinzelt Hinweisen wurde versucht anzudeuten, wie die Gestaltung der Gliederfüßer im Sinne des Typus sich darbietet. Manches wäre noch vorzubringen, was die Verhältnisse immer durchgreifender in dieser Richtung charakterisieren kann. Ganz besonders möge da noch die «Kopfbildung» erwähnt werden. In der Kopfregion zeigt sich, wie Segmente zur Kopfkapsel verschmelzen, und wie diese Vorgänge auf die vordersten Gliedmaßenpaare einwirken. Gerade hier walten Formtendenzen (Cephalisation), die offenbaren, daß sich die *Kopfregion* schon bei diesem Tierstamm als eine *Organisation für sich* formiert und sich als etwas Besonderes regional heraushebt. Sie erweist sich schon hier als ein Gebiet des Zusammenziehens und Zusammenfassens, des Schalen-, Kapsel- oder Schlußformenbildens, das segmentale Partien in seinen Bereich zieht und sich einverleibt.

Auch die Betrachtung anderer Arthropodengruppen erweitert die vorgebrachten Ansichten. Nur ein Beispiel möge noch angeführt werden. Im Stamm der spinnenartigen Gliederfüßer legt sich der Typus wiederum auseinander: die Pfeilschwanzkrebse als Panzer- oder Schalenformen, die Skorpione als mehr gegliederte Formen und die eigentlichen Spinnentiere, die sich zu hoher Axialität etwa in den Weberknechten und den echten Spinnen steigern. Die Vorgänge, wie sie für das Wirken des Typus beschrieben wurden, sind auch hier zu beobachten; sie bringen auch da durch Verschmelzen und Zusammenschließen, durch Vermehren und Steigern, durch Reduzieren und Aufheben die Grundformen auf der Stufe der Arthropoden nochmals hervor.

Im folgenden sei einiges der vorgebrachten Verhältnisse zusammengefaßt.

Die Weichtiere (Mollusken) und ihre Larven gestalten das coeloforme oder Hohlformgebiet des Typus umfassend aus. Seine Etappen sind in den Abteilungen der Muscheln, Schnecken und Kopffüßer in weitem Maße ausgeprägt. Diese Tiere sind nicht metamer gebildet.

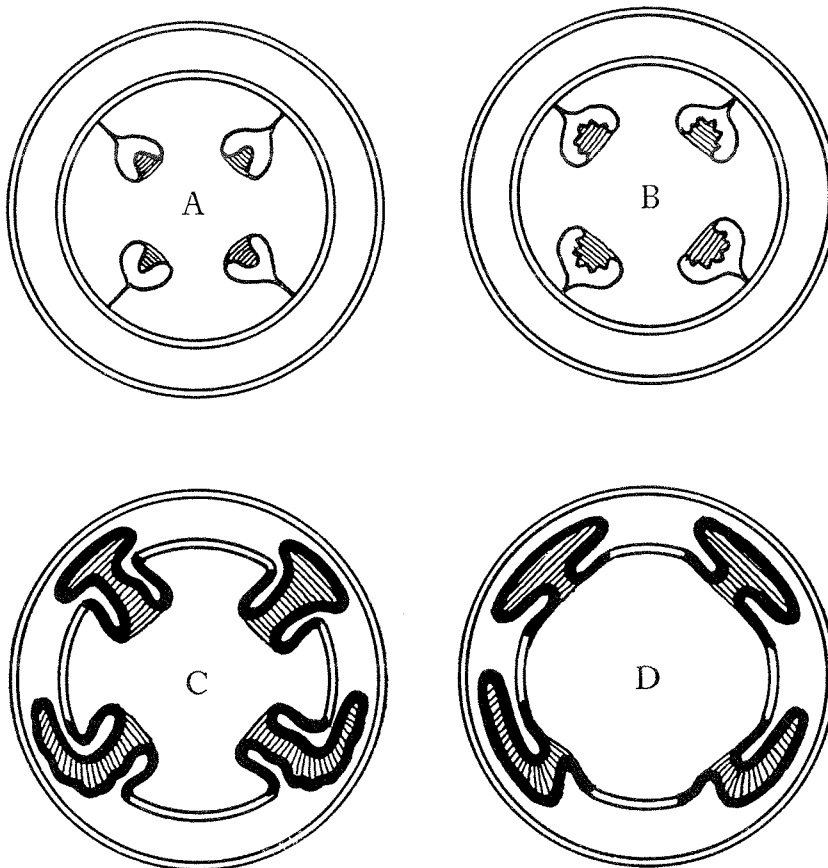
Die Würmer bringen, vor allem bei den Anneliden (Ringelwürmer), das gliedernde Prinzip zu hoher Entfaltung. Sie wiederholen in ihrer Entwicklung durch die Trochophoralarve das coeloforme Glied des Typus. Dieses geht in den «Kopfkeim» ein; der «Rumpfkeim» ist von der Metamerie beherrscht.



55. Figur
Schematischer Querschnitt durch ein Brustsegment einer Mücke. Die vier Einstülpungen enthalten Anlagen; aus den beiden oberen gehen die Flügel, aus den unteren Beine der Mücke hervor.
(Aus Korschelt und Heider 1936.)

Die Gliederfüßer vollziehen in den Insekten den Schritt zum axialen System des Typus, wiederholen jedoch in den Krebsen das coeloforme, in den Tausendfüßern und ähnlichen Tieren das metamere System. Die Insekten mit vollständiger Verwandlung (Holometabolie) wiederholen in ihrer Einzelentwicklung als Embryo coeloforme Gestaltungen, als Larve metamere Konfigurationen, und nehmen als Imago eine strahlenhafte oder axiale Natur an.

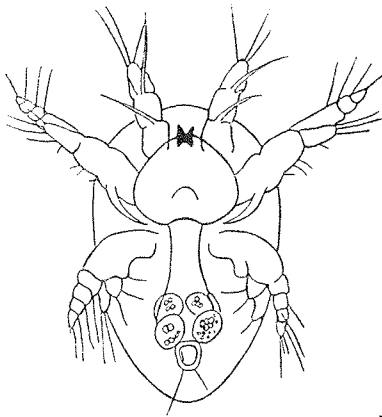
Der Stamm der spinnenhaften Tiere zeigt im Pfeilschwanzkrebs, in den Skorpionen und in den Spinnen nochmals den Typus in seine drei bisher beschriebenen Glieder auseinandergelegt.



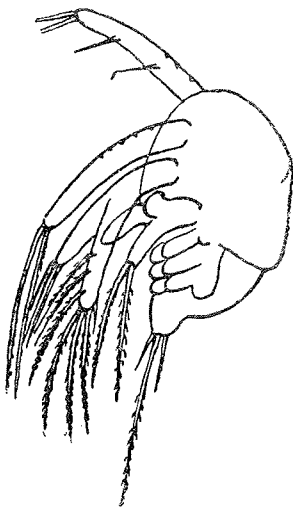
56. Figur
Schematische Querschnitte durch einen Fliegenembryo. Die tiefen Einstülpungen (A) enthalten die Anlagen von Flügeln und Beinen, die nach und nach hervordringen und sich entfalten (B C D).
(Aus Korschelt und Heider 1936)

Die Krebse

im Sinne des Typus



57. Figur
Naupliuslarve eines Ruderfußkrebsees von der Bauchseite. Drei Beinpaare geben die Gliederung an. Die Umrißlinie zeigt, daß der Nauplius rückenwärts nicht durchgegliedert ist.
(Nach Claus, Hesse und Doflein 1910.)



58. Figur
Metanauplius eines zehnfußigen Krebses. Nach links die Gliedmaßen in metamerer Folge; die vorderen schon weiterentwickelt, die hinteren (in der Zeichnung nach unten) als Anlagen. Rechts ist die ungegliederte Rückenpartie der Krebslarve.
(Nach Gurney, aus Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Decapoda 1944.)

Was ergibt sich der Beobachtung, wenn sie eine einzelne Tiergruppe ins Auge faßt, wenn sie es mit einzelnen Ordnungen, Familien, Arten zu tun hat? Sind auch da die Umrisse des Typus zu erkennen? Diese Frage soll an den *Krebsen* studiert werden.

Die Krebse werden durch mancherlei Merkmale zu dem Stamm der Gliederfüßer gerückt. Doch was für eigenartige Gestalten treten da auf! Hochentwickelte Schalenformen, Panzergehäuse, ja eigentliche Muscheltiere bilden sich in dieser Abteilung der Crustaceen aus. Damit ist ein Grundcharakteristikum dieser Tiere angetönt: sie sind Gliederfüßer, aber sie entwickeln als solche eine Natur, die umformt, die umhüllt. Sie sind gegliedert, aber sie treten gestaltlich in ein Gebiet ein, in dem sie sich zu Schild-, Schalen- oder Panzerformen bilden. Man kann es das Urphänomen der Krebse nennen, daß ihr gegliederter Körper ungegliederte, schalenartige Bildung an sich hervorbringt oder schon in frühester Entwicklung eine ungegliederte Partie aufweist. Damit neigt die einzelne Krebsform und der ganze Krebsstamm in eine Richtung, die zu der Entfaltung des übrigen Arthropodenstammes in einem polaren Verhältnis steht. Umfassend formt sich in den Krebsen ein Schalen- und Krustergebiet am gesamten Stamm der Gliederfüßer aus. Diese Eigenart zeigt sich schon am *Nauplius*. Er ist eine bei vielen Krebsen auftretende erste Larvenform mit drei Gliedmaßenpaaren. In Figur 57 ist ein solcher Nauplius von unten, von der Bauchseite dargestellt. Vorne (in der Zeichnung oben) ist als dunkler Punkt das Stirnauge angedeutet. Es folgen sich von vorne nach hinten die drei Gliedmaßenpaare, die feine Borsten tragen. Die ovale Umrißlinie offenbart aufs deutlichste, daß die Gliederung, die in den Beinen zum Ausdruck kommt, den Körper gegen den Rücken hin *nicht* ergreift. An der seitlichen Darstellung eines etwas späteren Stadiums (Metanauplius) kommt dies ebenfalls deutlich zum Vorschein (Figur 58). Nach links sind die Gliedmaßen gerichtet; rechts ist die Rückenpartie. Die Gliederung ist keine durchgreifende. In seltsamer Weise hat somit der Nau-

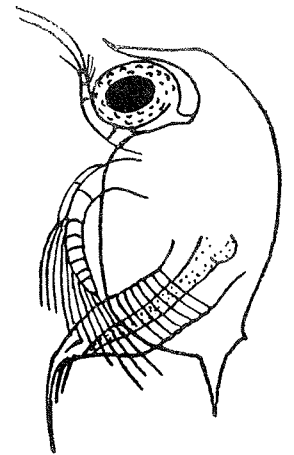
plius eine Doppelnatur. Korschelt sagt in seiner vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Tiere (1936): «Insofern der eigentliche Körper des Nauplius der Segmentierung zu entbehren schien, betrachtet man ihn als ungegliedert und wenigstens insofern mit der Trochophora übereinstimmend, aber natürlich ist er dies nicht, wie die drei Anhangspaare und ihre Innervierung zeigen.» Man müßte eigentlich sagen, er ist gegliedert *und* er ist nicht gegliedert, das heißt, es ragt die untere, ventrale Seite in die völlige Segmentierung hinein, während die obere, dorsale nicht nur *nicht* segmentiert ist, sondern bei vielen Krebsen eine einheitliche Form bildet und in weitem Maße schild- oder schalenförmig wird. Figur 59 verdeutlicht noch einmal diese Eigenart der Krebse, die sich auf früher Larvenstufe prägnant ausprägt. Wieder ist eine Krebslarve in seitlicher Ansicht zu sehen. Vorne (auf der Zeichnung oben) ein ungeheures Auge, links Gliedmaßenanlagen, rechts *eine* Schlußform. In solcher Art könnten viele Reihen und Stufen aus der Krebsentfaltung vorgeführt werden. Das Bild, das sich ergibt, kann etwa folgendermaßen geschildert werden. Durch Häutungen folgen sich die Stadien der Entwicklung; auf allen ist mehr oder weniger die Schildform, mehr oder weniger die Gliederung zu erkennen. Die einen Arten treiben mehr Schalenfalten heraus, die anderen mehr Segmente, so daß sich ein Hin- und Widerspiel zwischen der Neigung zur Schildbildung, die sich bis zur völligen Ausbildung zweiklappiger Muschelschalen steigern kann, und der Neigung zur metameren Gliederung in der mannigfaltigsten Art darbietet. Doch ist und bleibt durch den ganzen Krebsstamm die Tendenz zur Hüllform als Schild, Panzer, Schale, Muschel, Gehäuse usw. *das Grundmotiv*.

Auch da, wo bei höheren Krebsen keine frei lebende Naupliuslarve entsteht, wird in der Embryonalepoche auf frühester Stufe die Schalenfalte angelegt, wie z. B. beim Flußkrebse. Seitlich von den ventralen Anlagen erheben sich *Falten*, die die große, dotterhaltige Vorderpartie umwachsen und zum sogenannten Kopf-Brustschild (Carapax) des Flußkrebse werden. Figur 60 bildet den frisch ausgeschlüpften Flußkrebse ab. Seltsam genug ist er anzuschauen. Links ein großes Auge. Mit S ist die Schalenfalte bezeichnet, die sich zum Carapax weitergestaltet. Unter und hinter der Falte ragen Gliederungen, Gliedmaßen usw. hervor. In diesem Stadium, aber auch auf den frühen Embryonalstufen ist zu erkennen, daß diese Schildanlage und ihr ganzes weiteres Bildeschicksal keinerlei Segmentierung unterworfen ist und in keiner Weise der Metamerie des übrigen Körpers folgt. Obwohl der Carapax des Flußkrebse regional ca. 13 Segmente umfaßt, überdacht und umschalt, ist er selber *nicht* aus dem Verschmelzen von Segmenten hervorgegangen. In diesen Zusammenhang gehört die Bemerkung von Balss (Decapoda, Bronn 1940): «Im Anschluß an Claus (1876, 1884) und Zimmer (1927/I) betrachte ich den Carapax hier einfach als eine vom Kopf ausgehende Hautduplikatur. Sie hat mit der ursprünglichen Segmentierung des Körpers nichts zu tun...»

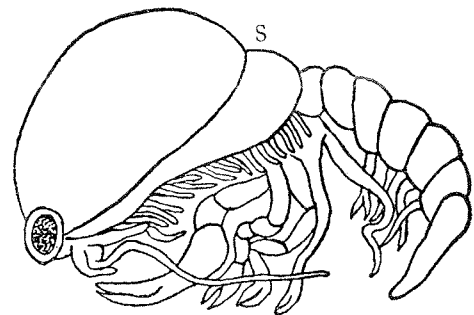
Vom Nauplius bis zu den höchsten Krebsformen läßt sich das Grundmotiv verfolgen: *als Gliedertier eine ungegliederte Organisation an sich zu entfalten*.

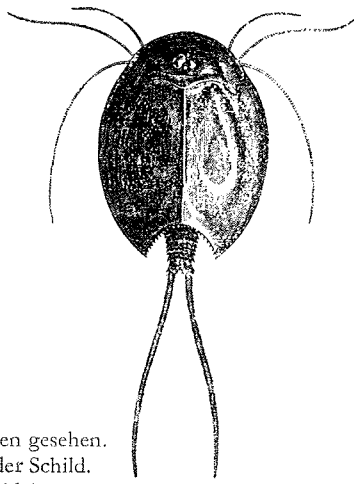
Nach diesen allgemeinen Bemerkungen sollen in loser Reihenfolge einige Ordnungen des Krebsstammes an uns vorüberziehen; sie sollen

59. Figur
Larve eines zehnfüßigen Krebse.
Oben ein ungeheures Seitenauge.
Nach links die vordersten Gliedmaßen.
Nach rechts die ungegliederte Rückenpartie.
(Nach Gurney, aus Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Decapoda 1944.)

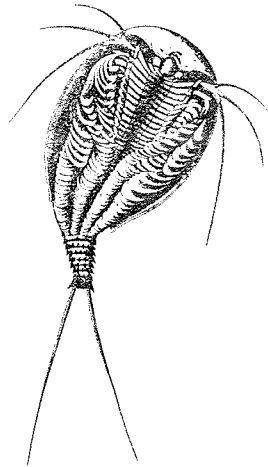


60. Figur
Frisch ausgeschlüpfter Flußkrebse.
Vorderteil durch den Dotterinhalt aufgetrieben.
S Schalenfalte, die ungegliedert ist und sich zum Panzer (Carapax) ausbildet. Darunter Kiemen und Gliedmaßen. Der hintere Abschnitt zeigt die metamere Gliederung.
(Nach Baumann, aus Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Decapoda 1944.)





61. Figur
Kiefenfuß vom Rücken gesehen.
Mächtiger, umfassender Schild.
Nach hinten ragt ein kleiner gegliederter
Abschnitt mit Fortsätzen hervor.
(Bronns Klassen und Ordnungen des Tier-
reiches, Crustaceae 1866-1879.)



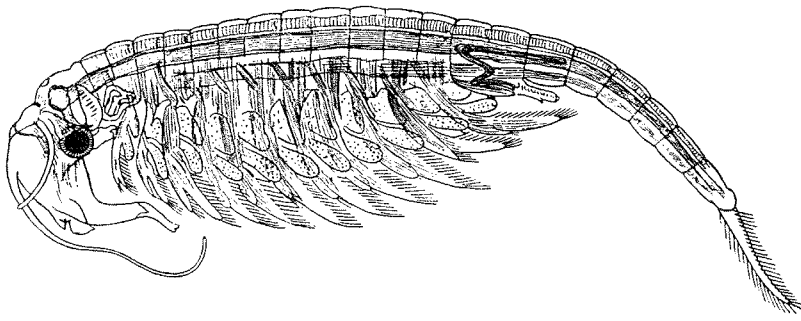
62. Figur
Kiefenfuß von der Bauchseite gesehen.
Die reiche segmentale Gliederung,
die vom Schild umfaßt wird, ist sichtbar
(60 Paare Schwimmfüße).
Aus Bronn, Klassen und Ordnungen des
Tierreiches, Crustaceae 1866-1879.)

als Stationen gelten, von denen Ausschau auf die Haupttypen gehalten wird.

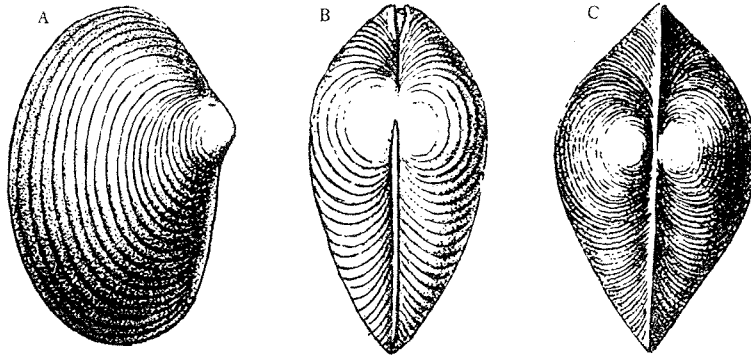
Bei den Blattfüßern betrachten wir zuerst den *Kiefenfuß*. Ein mächtiger Schild überdeckt als einheitliche Schale das ganze Tier (Figur 61). Nach hinten ragt ein kurzer gegliederter Abschnitt hervor, der sich in zwei haarartige Fortsätze auszieht. Kehren wir das Tier um (Figur 62), so entdecken wir eine reiche Gliederung. Zahlreiche Beinpaare folgen sich in segmentaler Reihe von vorne nach hinten. Ausnahmsweise sei auf ein Detail hingedeutet. Was hier in großen Zügen ausgeführt wird, läßt sich auch in den Einzelheiten immer wieder finden. Richten wir unser Augenmerk auf die Gestaltung eines einzelnen solchen Beines, so gewahren wir an ihm eine blasenförmige Bildung, lamellenartige, lappen- und blattartige Organe, Borsten- und Stachelfortsätze. Die Morphologie eines einzelnen Beines eines Blattfußkrebse, die mit der Atmung, mit den strudelnden und schwimmenden Bewegungen verbunden ist, offenbart die Grundgestalt. (Natürlich finden sich an den Beinen verschiedener Arten mancherlei Modifikationen vor.)

Vom Kiefenfuß gelangen wir zu zwei weiteren Formen der Blattfußkrebse, wenn wir seine beiden Hauptelemente, Schild und Gliederung, *jedes für sich*, weiterführen und überhandnehmen lassen. Machen wir das mit der metameren Organisation, lassen wir sie zuletzt allein zur Bildung kommen, so erzeugen wir eine Tierform, die uns im Kiemenfuß gegeben ist; lassen wir aber die Schalennatur zunehmen, so formen sich eigentliche Muscheltiere heraus. Der Kiemenfuß (Figur 63) ist regelmäßig segmental gebildet. Die Schalennatur ist aufgehoben. Es folgen sich die Segmente mit ihren Organen und Gliedmaßen in großer Gleichartigkeit. Dagegen treffen wir in den Arten (z. B. *Estheria*, *Limnadia*) mit verstärkter und gesteigerter Schalenbildung die eigenartigsten Verhältnisse an. Die Schale von *Estheria* ist seitlich und vom Rücken her abgebildet (Figur 64). Wie man sieht, handelt es sich um eine zweiklappige Muschel mit konzentrisch verlaufenden Wachstumsringen und Wirbelbildung. Es sei das *Aperçu* gestattet, daneben die Muschel eines Weichtieres, also einer « wirklichen » Muschel (*Pisidium*, Erbsenmuschel) abzubilden (Figur 65). Im einen Fall steckt in solchem Gebilde ein Krebs (Figur 64), im andern Fall ein Tier, das zu den Mollusken gehört. Bei den Blattfußkrebse ist also das Hin- und Widerspiel zwischen Schalen- und Hohlformnatur einerseits, und metamerer Gliederung andererseits, soweit in extreme Zustände getrieben, daß beim Kiemenfuß die Schale schwindet, bei *Estheria*, *Limnadia* u. a. Muscheln erzeugt werden. Der Kiefenfuß (Figur 61, 62) kann als mittlere Station gelten.

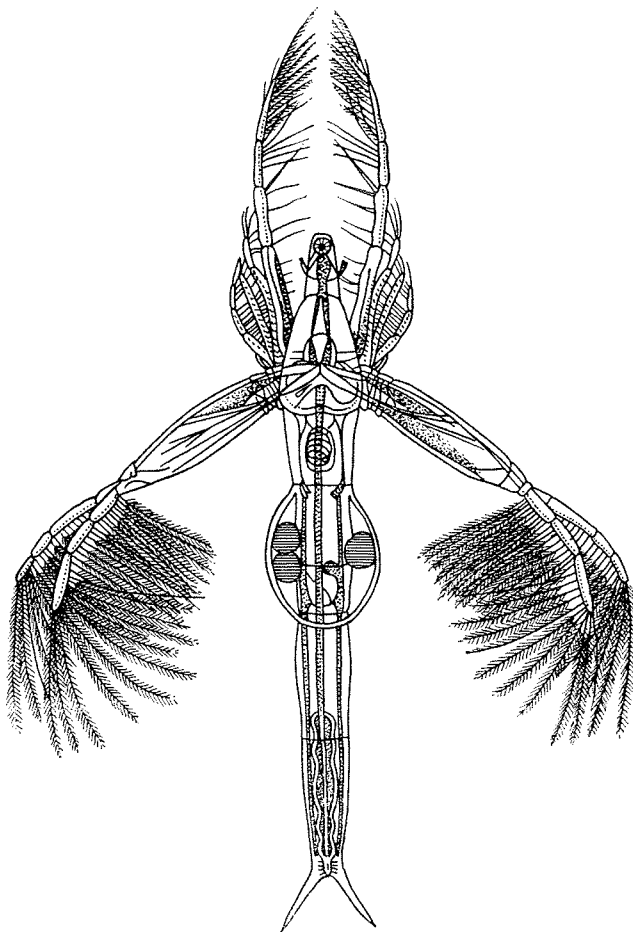
Bei den Wasserflöhen, die wir hier anschließen, setzt sich dieses Formenweben fort. Zweiklappige Schalen treten auf; damit geht zugleich die Segmentierung des Körpers zurück. Werden umgekehrt die Schalen reduziert, so tritt die Segmentierung wieder hervor, und darüber hinaus kommt es bei stärkerem Abnehmen der Schale zu Gestaltungen, die weit ausragende Gliedmaßen haben, so daß man von strahligen Bewegungsapparaten und dergleichen sprechen kann. Die Art *Leptodora* charakterisiert sich in dieser Weise: die Schale ist als kleine « Auftreibung » am Körper zu erkennen, während sich die axialen Organe mächtig ausstrecken (Figur 66). Gerstaecker spricht sich über diese Verhältnisse bei den Wasserflöhen folgendermaßen aus (Bronn,



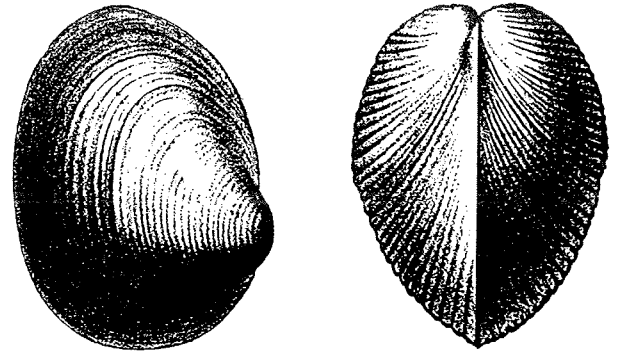
63. Figur
Männlicher Kiemenuf. Das Tier ist weitgehend metamer gegliedert (Körpersegmente, Beinpaare mit Kiemenanhängen).
(Nach Claus, aus Hesse und Doflein 1910.)



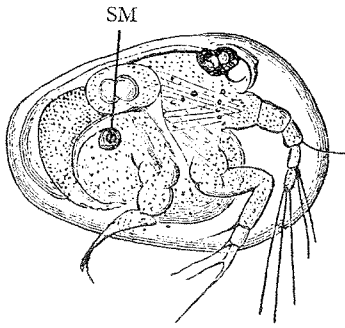
64. Figur
Schalen eines Blattfußkrebsses (*Estheria*)
A von der Seite, B von hinten,
C Schale einer weiteren Art von hinten.
Die Schalen sind durchaus muschelartig,
sind aber *Krebsgebilde*.
(Bronns Klassen und Ordnungen des
Tierreiches, Crustacea 1866–1879.)



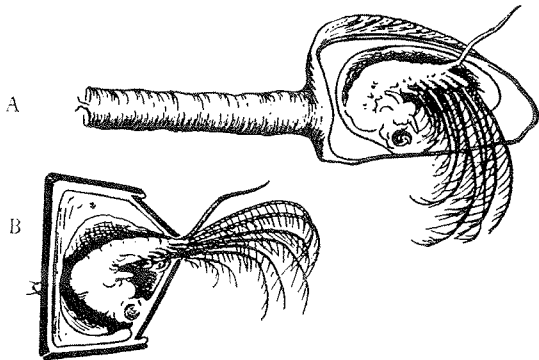
65. Figur
Die Muschelschale der Erbsenmuschel.
Hier liegt eine Mollusken- oder
Weichtierbildung vor (vergleiche Figur 64).
(Aus Geyer, Unsere Land- und Süßwasser-
Mollusken 1909.)



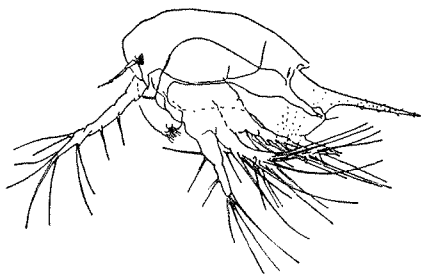
66. Figur
Blattfußkrebss. *Leptodora*.
Die Schale ist reduziert. Die Gliedmaßen
mächtig entwickelt und ausgestreckt;
axiale Form eines Blattfußkrebsses.
(Nach G. Weismann,
aus Brehms Tierleben Band I.)



67. Figur
Nauplius eines Muschelkrebses (Cypris). Schon auf dieser frühen Stufe ist die Larve von den Muschelschalen umschlossen. Man sieht die ganze Organisation des Nauplius, Gliedmaßen, Magen, Darm usw., von der Schale umhüllt. SM ist der Schalenmuskel (Schließmuskel). (Nach Claus, aus Claus-Grobbe, Zoologie 1917.)



68. Figur
Rankenfüßer. A Entenmuschel, B Seepocke. Die Gehäuse sind geöffnet. (Mantel der linken Seite entfernt). Nach links die Stelle, wo die Tiere an der Unterlage festhaften. In den Gehäusen sind die Krebse sichtbar. Am Körper ist die Gliederung undeutlich. Sie strecken die «Rankenfüße» heraus. Diese können eingezogen werden; das Gehäuse kann verschlossen werden. (Nach Gravel 1905, aus Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Cirripedia 1940.)



69. Figur
Nauplius eines Rankenfüßers (Seepocke). Die Rankenfüßer beginnen ihre Entwicklung mit einem Naupliusstadium. Die Rückenpartie ungegliedert. Nach unten die Gliedmaßen, reich beborstet. (Aus Bassindale 1936, Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Cirripedia 1940.)

1866–1879): «Während bei den mit vollständig entwickelter, den Rumpf einschließender Schale versehenen Gattungen die Segmentierung entweder ganz eingegangen oder nur noch partiell und schwach angedeutet ist, tritt sie bei solchen, wo diese Schale nur im Rudiment vorhanden ist und den Rumpf frei hervortreten läßt, sofort wieder auf und erreicht in manchen Fällen sogar einen ansehnlichen Grad der Vollkommenheit.» (Im Zitat sind die als Beispiel angeführten Gattungen weggelassen, da sie nicht bildlich wiedergegeben werden.)

Durch die Korrelation Schale/Gliederung fällt ein helles Licht auf die Formbildungsgesetze bei den Krebsen. Bei einer so durchgreifenden, tonangebenden Polarität zwischen Schalentendenz und Segmentierung, zwischen Einschalen und Gliedern, kann man die Hüllen der Crustaceen nicht als bloßes Anhängsel oder als beiläufiges Accessorium ansehen. Das *Wesen* der hier betrachteten Tiere beruht darin, daß sie in ihrer Gestalt durch ein gesetzmäßiges Umwandeln, das sich zwischen der Erzeugung von Schalen, wiederholender Gliederung und axialer Ausgestaltung hin und her bewegt, bestimmt sind. Das Schwergewicht liegt aber auf der Tatsache, daß sich in verschiedenem Grade Hautfalten um das Tier legen, deren Erzeugnisse keiner Metamerie folgen, daß es sogar im extremen Fall zu Muschelgestalten kommen kann, wobei auch der Körper die metamere Prägung weitgehend verliert. Dieser letztere Vorgang findet sich in seiner Steigerung bei den *Muschelkrebsen*. Eine richtige kleine Muschelfigur tritt uns da vor Augen: zwei Klappen, die sich öffnen und schließen; sie sind imprägniert mit Kalksalzen; der Körper, ganz in der Muschel geborgen, segmentlos; ein «Kopfteil» kaum vorhanden. Natürlich erinnern auch diese Formen an die «wirklichen» Muscheln, an die Bivalven unter den Mollusken; aber das Entscheidende liegt ja gerade darin, daß aus dieser Muschel, wenn sie sich öffnet, Krebsorgane herausgestreckt werden, daß es ein *Gliederfüßer* ist, der sich so umfassend zum Muscheltier gestaltet, daß die Gliederung des Rumpfes aufgehoben und die Hohlformgestaltung die grundlegende Formation ist. Schon im Naupliusstadium treten die zwei Schalenklappen bei den Muschelkrebsen auf! (Figur 67) Der Nauplius erscheint bivalv (zweischalig).

Die erstaunlichsten Umwandlungen erleben wir aber bei den Rankenfüßern. In seltsamen Gehäusen sind da die Krebse *seßhaft* geworden. Figur 68 gibt einen schematischen Medianschnitt durch eine Entenmuschel (A) und eine Seepocke (B). Man kann die im Schnitt getroffenen Kalkplatten der Gehäuse erkennen. Im Inneren liegen auf sonderbare Weise die Krebse. Auf der linken Seite der Zeichnung sind die Stellen, mit denen die Tiere an der Unterlage anhaften; manche Rankenfüßer stehen eigentlich «auf dem Kopf»; aus dem Gehäuse sind die «Rankenfüße», die noch die Gliederung verraten, hervorgestreckt. Die Tiere können sich in den Hohlraum ganz einziehen und ihn verschließen. – Aus der ersten Entwicklung der Rankenfüßer geht eine Naupliuslarve hervor (Figur 69). Am Rücken ist sie durch ein Schild abgeschlossen. Dieser Teil (in der Figur oben) ist ungegliedert; ihm entgegengesetzt sind die mit Borsten und Stacheln versehenen Naupliusbeine. Diese Larve verwandelt sich nun so, daß der Rückenschild sich beidseits um das Tier herumlegt und sich in eine zweiklappige Schale umformt. Wegen der äußeren Ähnlichkeit mit einem Muschelkrebs nennt man

dieses Stadium «Cyprisstadium». Aus der Naupliuslarve (Figur 69) ist die Cyprislarve geworden (Figur 70). Der Nauplius ist in die Muschel verschwunden. Links ist das Vorderende. Mit diesem, also köpflings, setzt sich die Cyprislarve fest und wandelt sich zur Entenmuschel oder Seepocke um, indem sie, gleichsam die Cyprisgestalt abhäutend, im Mantel, in den sie eingehüllt ist, nach und nach die verkalkenden Platten erzeugt und so das Gehäuse wachsen läßt. Die Morphologie dieser «Muscheln», die bald reich gegliedert, bald zu einer einheitlichen Schlußform verwachsen sind, soll nicht weiter beschrieben werden. Die Verwandlungsreihe: *Schild* des Nauplius, zweiklappige *Schale* der Cypris, *Gehäuse* des ausgebildeten Rankenfüßers zeigt uns, in welchem Maße der Krebsstamm in das Gebiet der Hohlformbildung zurückreichen kann.

Mit Recht nennt Gerstaecker den typischen freilebenden Ruderfüßer einen Krebs en miniature (Figur 71). Bei ihm kündigt sich unter den bisher betrachteten sogenannten niederen Krebsen etwas von dem Habitus der höheren an. Drei Elemente der äußeren Gestalt stehen im Wechselspiel: das sogenannte Kopfbruststück (Cephalothorax)
die Körpergliederung
die Extremitäten.

Bei dieser Gruppe werden keine eigentlichen Schalen oder Schilder angelegt. Jedoch ist auch der Cephalothorax ein unsegmentierter Abschnitt, der sich am Körper des Ruderfüßers mehr oder weniger weit von vorne nach hinten und auch seitlich ausdehnen kann. Es ergibt sich damit eine direkte Korrelation mit der Segmentierung, so daß sich die beiden Teile wechselweise schwächer oder stärker, vermehrt oder vermindert ausbilden. Die Gliedmaßen können sich mächtig entfalten, so daß sich bewegliche, springende, schwimmende, schnellende Organismen hervorbringen. Aus einem klassischen Nauplius geht der Ruderfüßer hervor. Sich häutend erzeugt er neue Segmente und weitere Gliedmaßen. Indem solchermaßen mehrere Stadien durchlaufen werden, prägen sich die Grundelemente zu den verschiedenen Gattungen und Arten der Ruderfüßer, sich gleichsam fächerartig entfaltend, aus.

Wir fassen einiges über die bisher erwähnten Krebsgruppen zusammen. Die Eigenschaft der Krebse, als Gliederfüßer eine außerhalb der Metamerie liegende Bildung hervorzubringen, tritt uns bedeutend bei den sogenannten niederen Krebsen entgegen.

Schon das Naupliusstadium neigt zu Schild- oder Schalenbildung.

Der Kiefenfuß entwickelt eine mächtige einheitliche Schildform (Figur 61). Zweiklappige Schalen finden wir bei den Wasserflöhen.

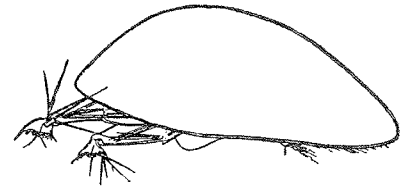
Die Klappen werden durchaus muschelartig bei gewissen Blattfüßern, vor allem aber dann bei den Muschelkrebsen.

Über diese hinaus verwandeln sich die Rankenfüßer in Tiere, die seßhaft in Gehäusen leben. Diese Gehäuse werden vom Mantel ausgeschieden.

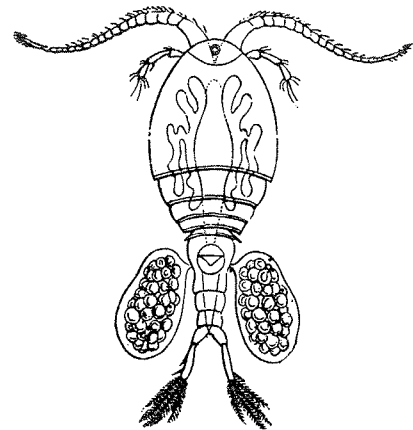
Die Ruderfüßer besitzen einen Cephalothorax, d. h. ihr vorderer, oberer Abschnitt ist einheitlich ohne Segmentierung.

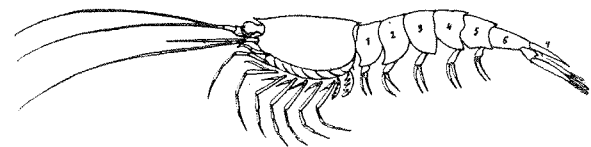
Daneben treten immer wieder Formen auf, die ins metamere Gebiet reichen, wie z. B. der Kiemenfuß. Auch die axiale Natur kann sich mächtig entfalten. In diesen Fällen tritt die Schalentendenz in direkter Korrelation entsprechend weniger oder gar nicht in Erscheinung.

70. Figur
«Cyprislarve» eines Rankenfüßers.
Sie bedeutet ein Stadium der Entwicklung, in dem das Tier ähnlich wie ein Muschelkrebs (Cypris) mit zwei Schalenklappen erscheint. Diese gehen aus dem Naupliusrückenschild hervor. Hinten und vorne ragen Gliedmaßen hervor. (Unten in der Mitte hängen die Schalen zusammen, im Gegensatz zu den Muschelkrebsen. Vorne und hinten klaffen sie auseinander.)
(Aus N.-C. 1921. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Cirripedia 1940.)

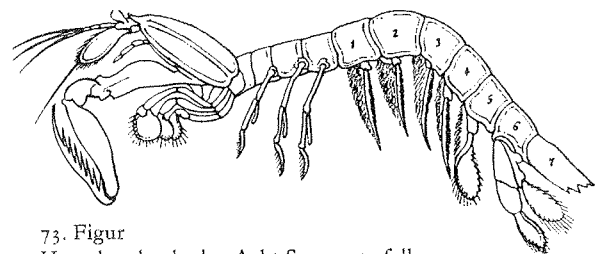


71. Figur
Ruderfüßer (Cyclops, Weibchen).
Im vorderen Körperteil keine Segmentierung. Diese setzt sich anschließend an,
(Aus Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Crustacea 1866-1879.)



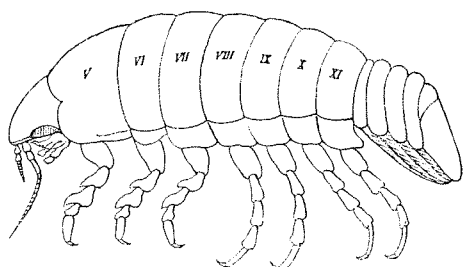


72. Figur
Zehnfüßiger Krebs. Der Panzer
umfaßt elf Segmente. Daran schließen
sich sieben freie Segmente an (1-7).
(Bronns Klassen und Ordnungen des Tier-
reiches, Crustaceae 1901.)



73. Figur
Heuschreckenkrebs. Acht Segmente fallen
in die zusammengeschlossene Region.
Daran anschließend freie Segmente bis zum
Körperende (3 + 7 = 10 freie Segmente).

74. Figur
Assel. Nur vier Segmente entsprechen einem
einheitlichen vorderen Abschnitt. Daran
anschließend freie Segmente (von V bis XI
und weiter in der Region des Hinterleibes).
(Aus Bronns Klassen und Ordnungen des
Tierreiches, Crustaceae 1901.)



Nachdem uns die Krebse mit mehr schwankenden Verhältnissen der Organisation einen skizzenhaften Begriff gegeben haben, wie bei ihnen die Hohlformnatur waltet, gehen wir zu den sogenannten höheren Krebsen über, wo die Organisation bestimmter, «geregelter» erscheint. Auch hier könnten wir von Gruppe zu Gruppe schreiten und schauen, wie die Grundformen sich ausbreiten, als Doppelschale etwa bei *Nebalia*, als Gliederung bei den Asseln, oder wieder in stärkerer axialer Ausprägung bei den Flohkrebsen, um nur einige Gestalten zu nennen. Doch wollen wir uns der Formnatur der Krebse dadurch nähern, daß wir eine typische Figur, nämlich den Flußkrebs, in die Mitte stellen und von ihm aus zu anderen Formen Linien (nicht genetischer Art) ziehen. Dieses Verfahren kann uns auf seine Weise helfen, einen plastisch-bildsamen Grundgedanken dieser Tiergruppe zu gewinnen. Neben der systematischen Beschreibung mag dieses Verfahren seine Geltung haben. Auch jene vermag einen solchen plastisch-bildsamen Grundgedanken, wie er den verschiedenen Tierstufen gegenüber möglich ist, hervorzurufen. Doch müßte zuletzt ein eigener Band nur über die Krebse geschrieben werden, um der ganzen Gewalt der Erscheinungen gerecht zu werden, und um zu zeigen, daß im ganzen Krebsstamm, in den großen Abteilungen, in den einzelnen Ordnungen bis in kleine Gruppierungen hinein sich die Typusgebiete, wenn auch oft auf die allermerkwürdigste Weise, hervorbringen, und daß auch hier der Typus sich gesetzmäßig und notwendig entfaltet.

Die äußere Gestalt des Flußkrebsses gibt uns einen dreifachen Aspekt. Da ist zunächst der Panzer oder Carapax. Als einheitliche, seitlich gewölbte Platte umschließt er den vorderen Körperteil des Krebses von oben. Er ist auch in der frühen embryonalen Anlage nicht gegliedert, umfaßt aber, je nach dem man zählt, 13 oder 12 Segmente des gegliederten Krebskörpers. Der Panzer, wie auch das übrige Hautskelett, ist durchsetzt von Kalksalzen, die kristallinisch abgelagert sind. Seitlich umwölbt der Carapax die Atemhöhlen. Im Inneren dieses Teiles gestaltet sich eine wunderbare Skelettarchitektur von Hohlräumen und Kammern, die eine Gliederung aufweisen; jedoch ist alles in festem Verband und zu *einem* Stück verschmolzen. An dieses einheitliche Thoraxhöhlengebiet schließt sich der gegliederte, in sechs oder sieben Segmenten bewegliche Teil (Abdomen) nach hinten an; es ist eine rein metamere Partie. Den dritten Aspekt bieten die Gliedmaßen, die einen ganzen Satz axialer Erscheinungen darstellen, zum Teil in gleichartiger Folge von vorne nach hinten sich aneinander reihend, zum Teil in besonderer Art sich herausdifferenzierend, als Fühlerorgane (Antennen), als Kiefer, Kieferfüße, Scheren- und Schreitbeine, als verkümmerte oder anderswie umgebildete Extremitäten. Eine Reihe von Metamorphosen wandelt sich an diesen Gliedmaßen ab.

Halten wir vom Flußkrebs aus, der selber zu den Zehnfüßern (Decapoda) gehört, nach anderen Gruppen der höheren Krebse Ausschau, so gewahren wir gewisse Typen, bei denen der «Panzerkrebs» in einen «Ringelkrebs» übergeht. Die Figuren 72-75 bringen vier solche Typen in Grundlinien zur Darstellung: 1. Ein Decapode (aus der Gruppe des Flußkrebsses), 2. ein Heuschreckenkrebs, 3. eine Assel, 4. ein Flohkrebs.

Beim Decapoden (Figur 72) umfaßt der Panzer elf Segmente, daran schließen sich nach hinten sieben freie Segmente an; beim Heuschrek-

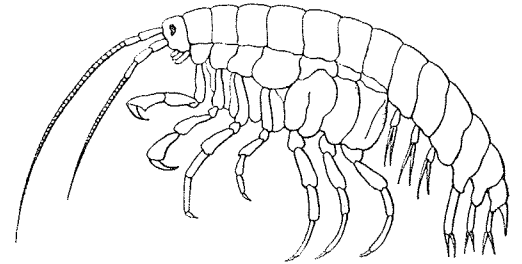
kenkrebs (Figur 73) fallen in die Carapaxregion acht Segmente, d. h. drei gehen in den freien Zustand über; mit den sieben bereits beim Decapoden freien Segmenten sind nun $3+7=10$ Segmente frei. Bei der Assel (Figur 74) schwindet der Carapax immer mehr, ebenso beim Flohkrebs (Figur 75); es entstehen bei diesen beiden Formen dreizehn, resp. vierzehn freie Segmente. Der Panzerkrebs löst sich in einen Glieder- oder «Ringelkrebs» auf, mit anderen Worten: die Assel ist unter den höheren Krebsen ein Repräsentant der Metamerie. Beim Flohkrebs, wo dieselbe Aufringelung stattfindet, kommt als weiterer Schritt eine axiale Ordnung hervor: eine ganze Garnitur greifender, schwimmender, schnellender Beine. Die vier Gestalten (Figur 72, 73, 74, 75) gewähren einen guten Einblick in die Gesetzmäßigkeit der Krebsbildung, die mit Notwendigkeit den Panzerkrebs, die metamere Assel, den axialen Flohkrebs erzeugt. Fächerartig legt sich der Typus auseinander; weitere Formen der höheren Krebse könnten in diesen Fächer eingefügt werden. Indem wir seine Etappen durchlaufen, müssen wir gleichsam eine plastisch-umbildende Tätigkeit vollziehen, durch Zusammenschließen, durch Gliedern, durch Ausprägen im Raume.

Doch kehren wir zum Flußkrebs zurück und schauen wir uns innerhalb seiner eigenen Gesellschaft, den Zehnfüßern, um. Da führt uns eine Linie der Bildung zu höchst sonderbaren Zuständen bei den Einsiedlerkrebsen. Diese Tiere setzen sich hinterwärts in Schnecken- und bilden den hinteren Teil ihres Körpers demgemäß völlig um (Figur 76).

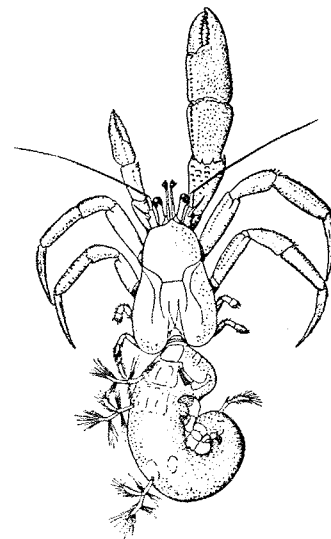
«In Anpassung an die Windung der Schnecken- schale, in der das Tier lebt, ist das Abdomen (der hintere Körperteil) zu einem spiralig gewundenen weichen Sack geworden, dessen einzelne Segmente nicht mehr beweglich gegeneinander abgesetzt sind; nur das Gebilde als Ganzes ist streck- und beugbar.» (Balss in Bronn, Decapoda 1940.)

Auch Haftorgane bilden sich, so daß die Verbindung Krebskörper/Schneckenhaus eine innige wird. Wächst der Krebs, so muß er eine größere Schnecken- schale suchen. Jedoch steigert sich das Verhältnis des Einsiedlerkrebses zu dieser Hüllform in manchen Fällen folgendermaßen. Auf der Schnecken- schale setzt sich z. B. ein Korkschwamm an. Schwamm und Krebs wachsen und zwar so, daß der Schwamm, wachsend, fortlaufend in spiraliger Form dem Krebs das Gehäuse bildet und entsprechend vergrößert. In anderen Fällen kommt ein ähnliches Verhältnis mit bestimmten Seerosen zustande, indem sich der Krebs aktiv eine solche verschafft. Was sich hier abspielt, zeigt die Krebsnatur auch in einer scheinbar grotesken Situation prononciert ausgesprochen. Über die Vorgänge zitieren wir einige Stellen aus Brehms Tierleben: «Geradezu ans Wunderbare grenzt das Verhältnis einer anderen Sagar- tiide, der *Adamsia palliata* Bohadsch (Seerose) zu einem ganz bestimmten, ihrem Einsiedlerkrebs, *Eupagurus prideauxi*. Hier sind zwei ganz verschiedene Organismen förmlich zu den Organen eines einzigen Körpers geworden. Die Aktinie – aus dem Mittelmeer und dem Atlantischen Ozean bekannt – lebt nur in ihrer allerersten Jugend allein. Mit einer sehr breiten runden Fußscheibe heftet sie sich da auf Steine, leere Schnecken- häuser und ähnliches und wächst bis zu höchstens 1 cm Höhe. Meist hat sie ein *Eupagurus prideauxi* schon vorher geholt; ob sie überhaupt freilebend größer werden kann, ist sehr fraglich.

75. Figur
Flohkrebs. Vier Segmente entsprechen einem einheitlichen vorderen Stück. Daran anschließend freie Segmente bis zum Körperende. Starke und differenzierte Ausbildung der Gliedmaßen.
(Aus Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Crustacea 1901.)



76. Figur
Einsiedlerkrebs. Das Hinterende des Tieres zeigt keine deutliche Gliederung mehr; es ist umgebildet. (Der Krebs steckt damit in einem Schneckenhaus, auf dem ein Blumentier wächst.)
(Nach Pérez, 1934, aus Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Decapoda 1940.)



Hat ein *Eupagurus prideauxi* seine *Adamsia* gefunden, so wird sie immer auf einer ganz bestimmten Stelle neben der Mündung des Schneckenhauses zum Anheften gebracht, so, daß sie unter dem Krebs hinter seinem Munde sitzt. Dort ist für sie die Möglichkeit zu wachsen sehr begrenzt. Mit dem Tentakelkranz sieht sie nach unten zum Boden. Nach hinten kann sie sich nicht krümmen; da ist die harte Schale und noch dazu die Stelle, wo sie am Boden reibt. Nach vorn aber stößt sie an die ewig tätigen Beine und Mundgliedmaßen des Krebses. Keinerlei Hindernis ist nur seitlich oben. Und nach den Seiten und nach oben wächst sie, indem sich ihr Körper in zwei Lappen rechts und links von der Mündung der Schale in die Höhe zieht, so daß die Fußscheibe halbmondförmigen Umriß erhält; die vorher runde Mundscheibe mit dem Tentakelkranz wird ebenfalls quer oval in die Länge gezogen. Die beiden Fortsätze der Fußscheibe rücken höher und höher und kommen schließlich über dem Krebs miteinander in Berührung.

Wächst nun der Krebs, so rückt sein Mund weiter, die Aktinie muß also auch weiter hinaus, von der Schneckenschale weg, damit sie etwas zu fressen hat. Da vermag nun ihre Fußscheibe die Unterlage aufzugeben und sich über den Schalenrand vorzuschieben. Sie bildet sich ihren Stützpunkt selbst, indem sie einen Schleim absondert, der zu einer zarten, aber zähen hornigen Membran erhärtet. Schließlich sitzt die *Adamsia* nur noch auf dieser Hornmembran um den groß gewordenen Krebs herum. Das Schneckenhaus ist für beide lediglich die gemeinsame Anheftungsstelle, an der der Einsiedler gerade noch das Ende seines Hinterleibes verankert, und an dem die Hornunterlage der Aktinie ihren Ansatz findet. » — Bei den Einsiedlerkrebsen spricht sich also die schalende Grundnatur des Krebses auch dann aus, wenn sie als *eigene*, organisierende Fähigkeit nicht wirksam ist. Die Schale wird zunächst von der Schnecke ausgeschieden; der Krebs, hinten zum Weichkörper werdend, senkt sich in die Schale ein und verbindet sich so innig mit dieser Hülle, daß man das Verhältnis annähernd dem vergleichen kann, wie sonst ein Organismus zu seiner *selbst* ausgeschiedenen Schale sich verhält. Ebenso wenig wie der Einsiedlerkrebse die Schale bilden kann, vermag er sie durch Wachstum zu vergrößern. Er zieht lebendige, organisierende Kraft (Schwamm, Seerose) in seinen Bereich, die ihm hervorbringt, was sonst beschaltete Tiere selber erzeugen, nämlich ein wirkliches Gehäuse, mit dem er zur organischen Einheit untrennbar verbunden erscheint. Durch mannigfache Übergänge bei anderen Arten bereitet sich dieses Phänomen vor. Vielerlei Variationen über das Thema Krebs/Hülle sind zu finden. Doch hier erscheint es auf die Spitze getrieben: die Krebse sind wahre Schaler und Kruster; sogar dann, wenn ein eigenes Vermögen, Schalen, Muscheln, Gehäuse hervorzubringen, nicht da ist, wird eine Hohlform hervorgebracht, indem *ganz andere Organismen* (Schwamm, Seerosen) *zur Schalenbildung angereizt werden*, dem Krebs ein Gehäuse formen und *mithin de facto zu einem Organ von ihm werden*.

Wenn sich der metamere Hinterleib reduziert und unter den Leib umgeschlagen wird, wenn der Carapax plattenartig wird und die Gliedmaßen mächtig herausgetrieben werden, entsteht eine Form unter den Zehnfüßern, die den *Habitus der Krabben* erreicht; wie mit innerer Notwendigkeit entsteht er mehrmals in dieser weit entwickelten Gruppe

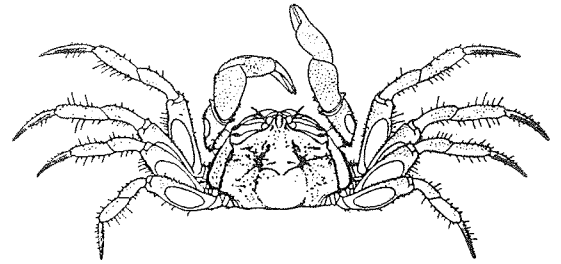
der Krebse (Figur 77). Die Beine können bei gewissen Krabben ungeheuerlich erscheinen, wie etwa bei der hochaufgestelzten, spinnenhaften Riesenkralbe; dann wieder bilden sich schnelllaufende, ja kletternde Arten aus. Mit der Gesellschaft der Krabben, die sich in der mannigfaltigsten Weise modifiziert und spezifiziert, ragt der Krebsstamm in den axialen Pol seiner morphologischen Ausbreitung hinein.

ZUSAMMENFASSEND können wir sagen: innerhalb der höheren Krebse prägt sich der Typus aus. Neben den Flußkrebse stellten wir Formen, die die Segmentierung vermehren; erwähnt wurde der Heuschreckenkrebs. Auf diesem Wege kommen wir zu den Asseln und weiter zu den axial ausgebildeten Flohkrebse. Neben den Panzerkrebs tritt so der Ringelkrebs. Weitere Gruppen höherer Krebse fügen sich in diese Reihe ein. – Innerhalb der Zehnfüßer, zu denen der Flußkrebs gehört, tauchen die merkwürdigen Beziehungen der Einsiedlerkrebse zu Hüllformen auf. Hüllformbildend werden da ganz andere Organismen (Schwämme, Seerosen). Andererseits kommt die axiale Natur bei den Krabben zur Geltung. Der Flußkrebs hat eine Art «Mittelstellung» inne.

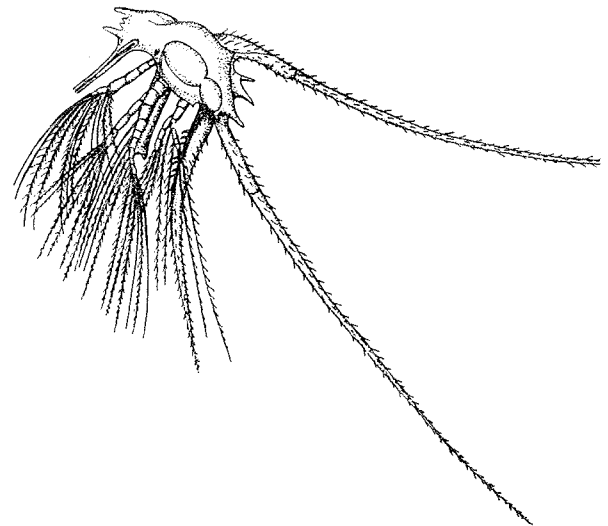
Noch eine Bemerkung zu den Larven der Krebse. Die Entwicklung geht von einer Grundform aus, die dem schon mehrmals erwähnten Nauplius entspricht oder wenigstens naupliusartig ist. Eine unsegmentierte Partie, die sich schildartig am Rücken ausdehnt oder schalenartig den Körper rückenwärts abschließt, drei sich segmental folgende Gliedmaßenpaare, die in Borsten, Fiederungen, Stacheln ausstrahlen, charakterisieren dieses Naupliusstadium. Es folgen bei den verschiedenen Krebsen durch Häutungen vielerlei Stufen und Stadien, die mit besonderen Namen belegt wurden (Metanauplius, Zoëa, Mysisstadium usw.). Durch all die Larvenformen hindurch führt die Metamorphose zu den ausgebildeten Tieren hin. Hochinteressant ist, daß sich auf solchen Stufen eigenartigste Tierformen ausbilden, die ganz und gar nicht dem ausgewachsenen Tier ähnlich sind, auch nicht die endgültige Gestalt keimhaft vorformen; es sind «ganz andere Tiere», die auch oft genug als Arten für sich beschrieben wurden, oder, wenn sie gefischt wurden, den Forscher zunächst völlig im Dunkeln darüber ließen, zu welcher Art sie als Larven gehören. Solche Larvenstadien entsprechen bestimmten Epochen der Entwicklung, die somit ihre eigenen ihnen zugehörigen speziellen Gestaltungen haben; diese werden in der Weiterentwicklung verändert, umgewandelt und ganz abgeworfen. Trotzdem alle diese Larven noch nicht im entferntesten die Organisationen des Nerven-, Blutgefäß-, Muskel-, Verdauungssystemes usw. in sich tragen, die dem ausgebildeten Tier eignen, sind sie auf ihrer Stufe doch wie kleine Urmodelle des Typus. Es kommt, wenn auch im Stile larvenhaft, der ganze Typus in ungeheurer Vielfalt zum Vorschein. Um dies zu veranschaulichen, sind einige wenige aus der großen Reihe dieser Krebslarven abgebildet; es wird angegeben, zu welchen Endformen diese im Laufe der Metamorphose werden. Eine Beschreibung der Einzelheiten führen wir nicht aus; dem auf diesen allerseltsamsten Existenzen ruhenden Blick zeigen sich «Abschlußformen», Gliederungen und hochgradige «Strahlenbildungen» deutlich genug an.

Figur 78. Larve einer Entenmuschelart.

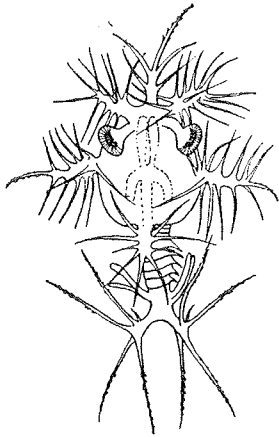
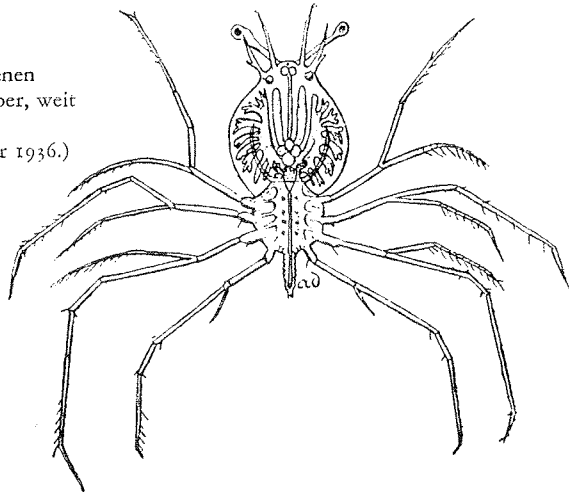
77. Figur
Krabbe. Die Extremitäten sind mächtig hervorgetrieben.
(Nach Shen 1932, Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Decapoda 1944.)



78. Figur
Larve einer Entenmuschelart (Rankenfüßer).
Lange Fortsätze, Stacheln und gefiederte
Borsten. Oben Rückenschild.
(Nach Teßmann,
aus Korschelt und Heider 1936.)

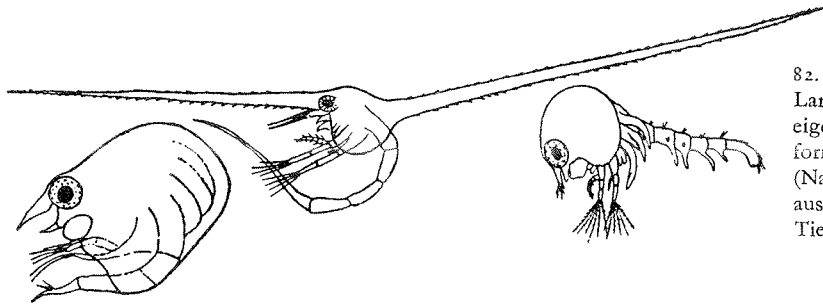
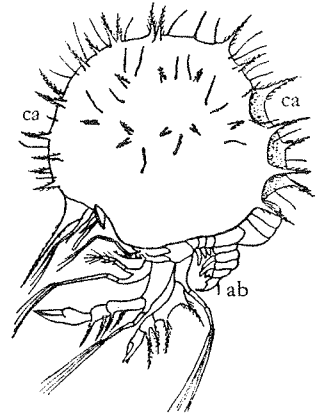


79. Figur
Larve der Languste, dem ausgewachsenen
Tier ganz unähnlich. Blattartiger Körper,
weit ausgreifende Gliedmaßen.
(Nach Claus, aus Korschelt und Heider 1936.)



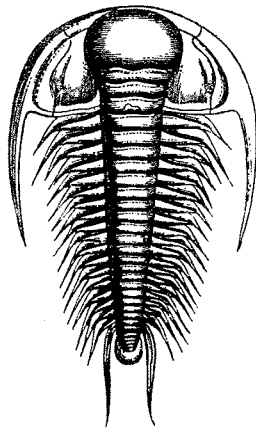
80. Figur
Larve einer Tiefseegarnele (Zehnfüßerkrebs).
An den Stielaugen im oberen Teil der
Zeichnung kann man sich orientieren. Rings,
vorne, seitlich, hinten verzweigte Stacheln.
Punktiert: Darm und Leberanlagen.
(Nach Gurney, Bronns Klassen und Ordnungen
des Tierreiches, Decapoda 1944.)

81. Figur
Larve eines Zehnfüßerkrebses.
ca-ca der mächtige Panzer; unten ragen
die Gliedmaßen hervor. Hinten unten die
kleine metamere Anlage des Hinterleibes (ab).
(Nach Bals, Bronns Klassen und Ordnungen
des Tierreiches, Decapoda 1944.)

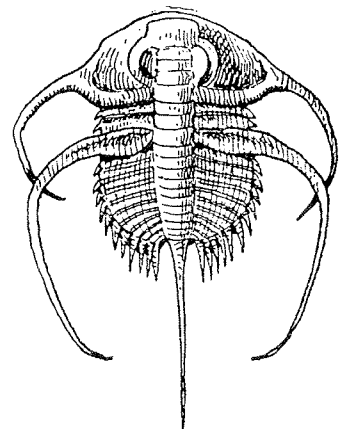


82. Figur
Larven von drei Krabbenarten. In der
eigenartigsten Weise erscheinen Schild-
formen, gegliederte Teile, Stachelbildung.
(Nach Cano, Lebour und Gurney,
aus Bronns Klassen und Ordnungen des
Tierreiches, Decapoda 1944.)

83. Figur
Trilobit. Vorne (in der Zeichnung oben)
der Kopfschild, nach hinten seitlich
ausgezogen. Darauf folgen die Segmente
in großer Regelmäßigkeit.
(Bronns Klassen und Ordnungen des
Tierreiches, Crustaceae 1866-1879.)



84. Figur
Trilobit. Kopfschild und ein
Segment mit stark
ausgezogenen, rückwärts
gerichteten Fortsätzen.
(Nach Walcott, aus Abel,
Palaeozoologie 1924.)



Figur 79. Larve der Languste.

Figur 80. Larve (3. Stadium) einer Garnele. An den Stielaugen im oberen Teil der Figur kann man sich in dieser sonderbaren Existenz etwas orientieren.

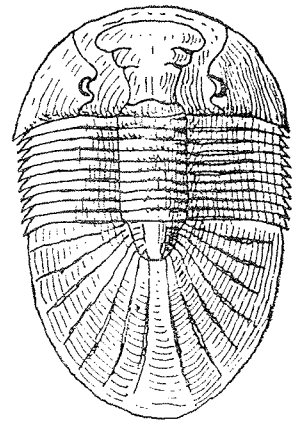
Figur 81. Larve eines Decapoden. Es ist ein ungeheurer Carapax zu sehen (ca-ca), aus dem unten Antennen und Beine herauskommen; rechts unten am Carapax die kleine segmentale Anlage des Hinterleibes (Abdomen, ab).

Figur 82. Larven von drei Krabbenarten (jeweilen verschiedene Stadien).

Der Hinweis auf eine längst ausgestorbene Gruppe von krebserartigen Tieren sei hier noch angefügt. Es sind die Trilobiten. Ihre Bildung und ihr Formenwandel charakterisieren in gewisser Richtung geradezu paradigmatisch das Wirken des Typus. Das Vorderende wird beherrscht von einem mächtigen Schild, dessen halbkreisförmiger Bogen sich seitlich nach hinten in Spitzen ausziehen kann. Die vordersten Gliedmaßenpaare und der Mund sind unter diesem Schild geborgen. An ihn schließen sich Segmente an, die sich, von vorne nach hinten verjüngend, in großer Gleichartigkeit folgen. Der Schwanz kann stachelartig ausgezogen sein; vor allem aber neigt er ebenfalls zur Platten- oder Schildbildung. Figur 83 stellt einen typischen Trilobiten dar; man kann ihn in gewisser Weise wie ein kleines Modell des Typus auf dieser Stufe empfinden. Diese Empfindung findet sich begründet, wenn das wundersame Weben der Grundelemente innerhalb dieser Tiergestalt beobachtet wird. (Auf die Augenformen, die Extremitätenverhältnisse soll hier nicht eingegangen werden.) Wir sehen bei manchen Trilobiten, wie sich die Segmente mehren, wie eine lange Reihe von Metameren entsteht; bei anderen ist ihre Zahl beschränkt, der Körper ist kurz. Bestimmte Segmente ziehen sich in Stacheln aus (Figur 84). Weiter werden Segmente aufgesogen und in den Schwanzschild verschmolzen. Dieser wird so selbst zum Bogenschild (Figur 85). Immer mehr Metamerie kann dahinschwinden. Formen entstehen, wo nur noch zwei Segmente vorhanden sind (Figur 86). Eine vordere und eine hintere «Klappe» ist entstanden. Die Tiere des Trilobitenstammes werden uns gegenwärtiger, wenn wir vernehmen, daß sie sich einkugeln konnten, wie etwa die Gürteltiere. Viele Funde zeigen sie in diesem eingerollten Zustand. Arten, wie sie Figur 86 abbildet, konnten Vorder- und Hinterschild zusammenklappen.

Auch in der Entwicklung, soweit sie uns in den erhaltenen Stadien offenbar ist, sehen wir den Typus stufenweise hervortreten (Figur 87). Zunächst (A) eine Gesamtform wie ein Kreisschild; in seiner Mittellinie einige Glieder; nach hinten Stachelansätze. Immer mehr Segmente setzen sich an (B C D); nach und nach erbildet sich der Trilobit (E). Noch einmal soll uns an der Entwicklung eines anderen Trilobiten ein solches «Urbeispiel» vor Augen treten (Figur 88). Die Stadien (A-F) gewähren einen Einblick in die sich rein darstellenden, genetischen Formen dieses Trilobiten; auch hier ist das Einwirken der Grundgestalt zu erkennen.

In der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Tiere von Korschelt (1936) findet sich eine Bemerkung, welche die Problematik der Krebse in einer eigenartigen Weise aufwirft. Es heißt da (S. 630): «Der

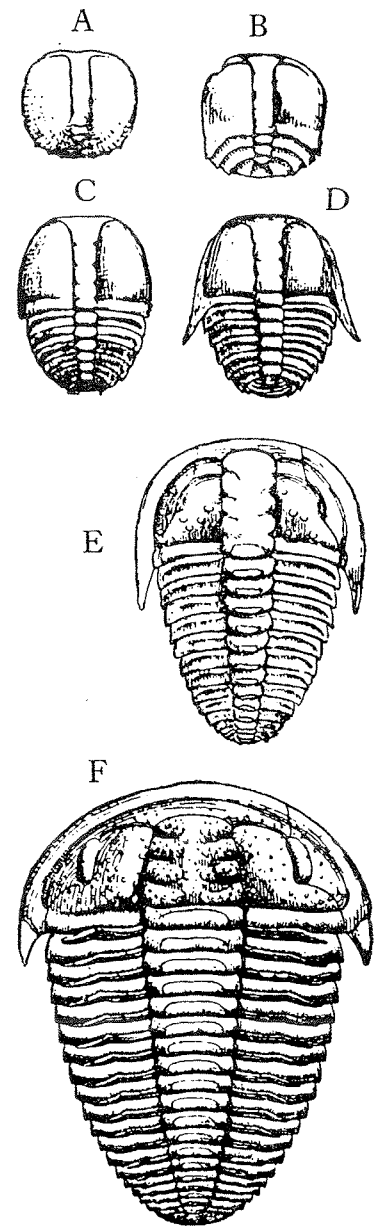
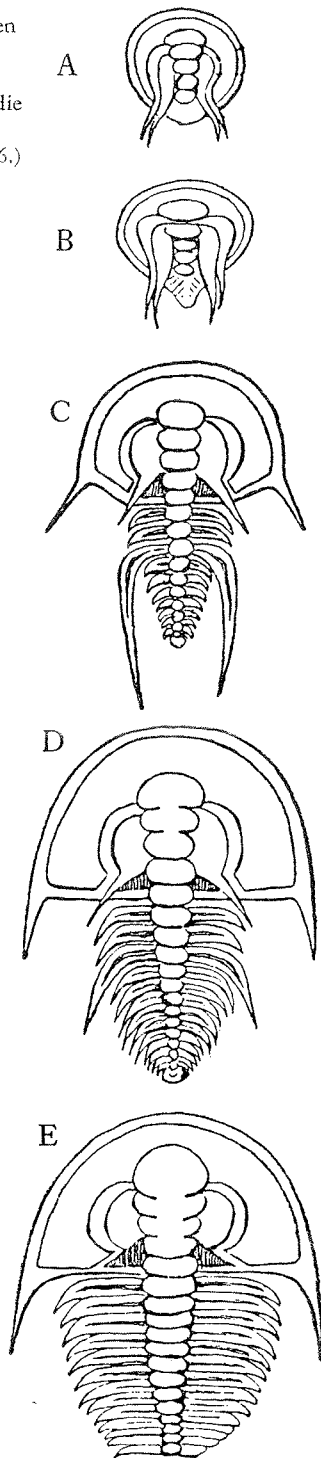


85, Figur
Trilobit. Kopfschild und Schwanzschild; in letzteres Segmente aufgenommen. Die Metamerie zwischen den beiden Schildern erkennbar. (Nach Barrande, Abel, Palaeozoologie 1924.)

86, Figur
Trilobit. Gewaltiger Kopf- und Schwanzschild. Die Segmentzahl gering. Die Metamerie ist von der Schildbildung aufgezehrt worden. (Nach O. Jaekel, aus Abel, Palaeozoologie 1924.)



87. Figur
 Entwicklung eines Trilobiten in fünf Stadien
 nach versteinerten Funden. In den ersten
 Stadien überwiegt die umfassende
 Schildform (A, B). Nach und nach nimmt die
 Gliederung zu (C-E).
 (Nach Ford, aus Korschelt und Heider 1936.)



88. Figur
 Entwicklung eines Trilobiten.
 Die umfassende Form anfangs
 beherrschend (A). Die Metamerie tritt
 in den folgenden Stadien immer
 mehr hervor (B-F).
 (Nach Barrande, Abel,
 Palaeozoologie 1924.)

oft angestellte Vergleich zwischen Trochophora- und Naupliuslarve erweist sich wenig fruchtbar. Dort eine ungegliederte, mit Wimperkränzen, Scheitelplatte, mit Urmesodermzellen und Anlagen des Mesodermstreifen, sowie Protonephridien versehene, den Larven anderer Wirbellosen sehr ähnliche Flimmerlarve, hier eine beinahe aller dieser Einrichtungen entbehrende, bereits segmentierte, gänzlich unbewimperte und mit Gliedmaßen ausgestattete, also schon recht spezialisierte Larvenform. Insofern der eigentliche Körper des Nauplius der Segmentierung zu entbehren schien, betrachtet man ihn als ungegliedert und wenigstens insofern mit der Trochophora übereinstimmend, aber natürlich ist er dies nicht, wie die drei Anhangspaare und ihre Innervierung zeigen.»

Natürlich ist der Vergleich wenig fruchtbar, da der Nauplius sich bereits als Gliedertier manifestiert. Jedoch ist augenfällig, daß *er ins Unsegmentierte hineinragt*. Dementsprechend zeigt sich auch in der Embryologie der Krebse ein gewisses Zurücktreten der Ausbildung der Mesodermstreifen und der Ursegmente, also gerade derjenigen Anlagen, die in höchstem Maße die Metamerie zum Ausdruck bringen und die bei den Ringelwürmern, Onychophoren, Tausendfüßern, sowie in der Embryologie mancher Insekten Triumphe feiern. «Im Gegensatz zu den bei den Anneliden (Ringelwürmern) und Onychophoren sowie bei den übrigen Arthropoden obwaltenden Verhältnissen ist es mit Mesodermstreifen bei den Crustaceen schlecht bestellt, und noch übler sieht es mit ihrer Gliederung, d. h. mit dem Zerfall in Ursegmente aus» (Korschelt a. a. O. S. 601). Anschließend werden einige Fälle von Mesodermstreifenbildung erwähnt; von ihnen wird gesagt: «Gewöhnlich sind sie wenig ausgeprägt und nur vorübergehender Natur.» Auch durch diese Bemerkung werden die Krebse charakterisiert. Die Crustaceen bringen als Gliederfüßer eine Natur zum Ausdruck, die ins Ungegliederte, Unsegmentierte der Hohlformbildungen hineinragt und sich durch Bildung von Schalen, Schildern, Muscheln, Gehäusen, mancherlei Hüll- und «Schlußformen» ausgestaltet. Durch diese ihre Natur stellen solche Schalen- und Krusterformen den *einen Pol jener Skala* dar, die sich von diesem Pol der Hohlformtypen aus durch den Arthropodenstamm über die metameren Tiere, wie etwa die Tausendfüßer u. a., erstreckt, um sich dann zu den Insekten, den hochgesteigerten axialen Formen, zu erheben.

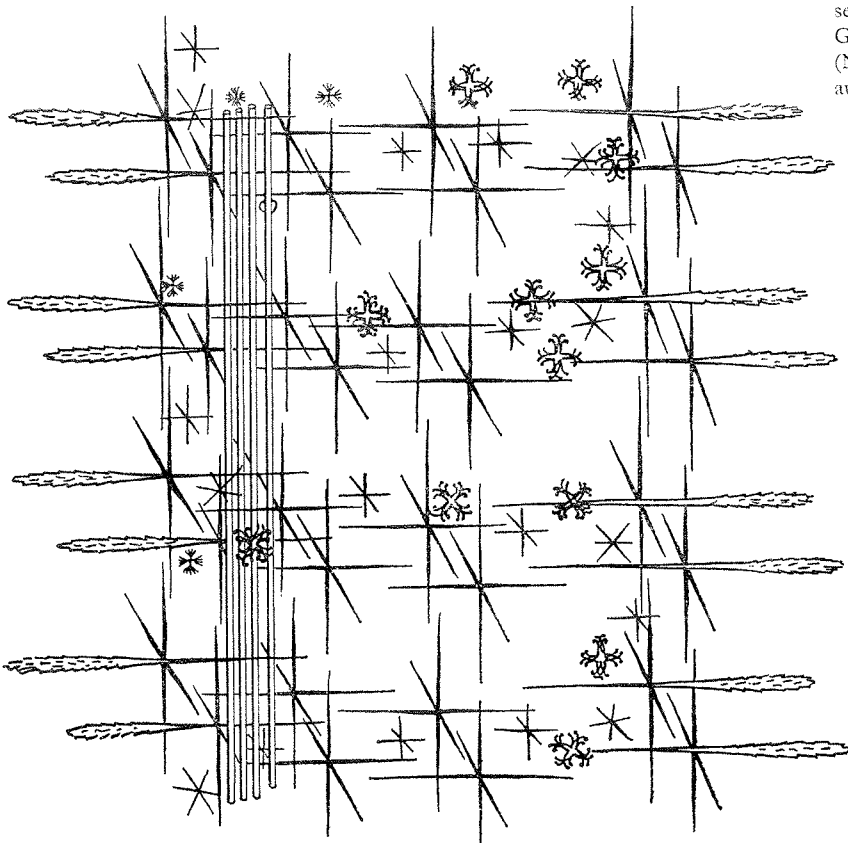
Die Schwämme

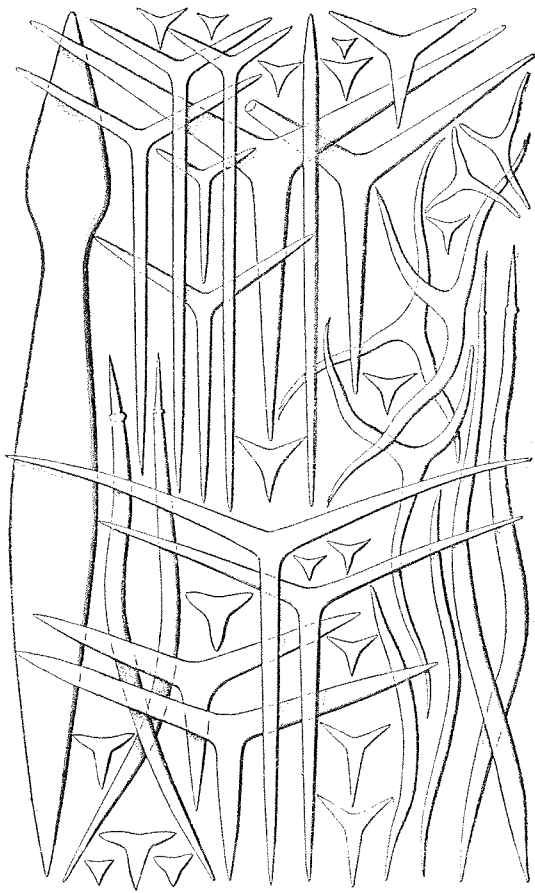
(Spongien)

In dem Formenkreis der Schwämme hat man die allerverschiedensten Gestalten vor sich. Kleine, zierliche Kelche, einzeln oder sich zu Gruppen verbindend oder im Zusammenhang wieder zu einer Kelchform verschmelzend, Schalen, mächtige Pokale, Hörner, Zylinder, Schläuche usf. sind da zu sehen. Andere sind wie Blätter, Algensträucher, fächer-, stengel-, ast- oder baumförmig. Dann wieder treten knollen-, polster- oder krustenartige auf. Von fein geformten Gefäßen über pflanzenhafte Figuren mit Wurzelschöpfen, Stämmen und Verzweigungen wird der Blick zu unförmlichen Massen und Klumpen geführt. Die Formen sind vielfältig; aber nicht nur im Gesamten herrscht diese Formenfülle. Die *einzelnen Arten* zeigen ihre Bildung durchaus *im Fluß*. Diese Tatsache (Polymorphose) war es, die Ernst Haeckel ganz besonders faszinierte. Als er im Februar 1867 auf der kanarischen Insel Lanzerote auf einen Kalkschwamm aufmerksam wurde, der sich in solcher Weise *fließend formt*, wurde dies für ihn der Anstoß zu seiner umfassenden Monographie über die Kalkschwämme (1872). Er stellte die verschiedenen Ausbildungen *einer Art* zusammen und fand nicht nur Varietäten und Arten, sondern *mehrere Gattungen* des *künstlichen* Systemes durch diese *eine* natürliche Art repräsentiert; ja auf *einem* Stock derselben erzeugten sich polymorphotisch mehrere «Gattungen» der künstlichen Systematik. Da sind kleine Schläuche, zierliche, geöffnete oder geschlossene Krüge; die einzelnen schmelzen in *eine* Form zusammen und bilden in dieser weiteren Ordnung Urnen oder dickbauchige Flaschen; wieder andere treten in Lamellen, in Windungen, blattartigen Schwüngen auf, als Gitterwerk wie Porzellanfiligran; dazwischen massive Klumpen. Dies alles Formen *einer Species*. Man kommt zu der Frage, woran man sich im Bestimmen der Arten und Geschlechter, woran man sich in der Diagnose der Gruppen halten soll. Die Schwierigkeit wird noch vermehrt, weil viele Vorstellungen, die man bei den höheren Tieren bildet, bei den Schwämmen nicht gebildet werden können. Wo sind «Körperregionen», wo sind Organsysteme, Sinnesorgane, Verdauungsdrüsen,

Nervenstränge? Nicht einmal bloße Fühler oder Tentakel können wir finden. Aus den zahlreichen Öffnungen strecken sich nicht Fühlkronen hervor, die sich einziehen, wieder entfalten und im Wasser spielen. Dies alles ist nicht da. Nur die Öffnungen, Poren und Oscula, die an der Oberfläche der Schwämme liegen, können sich auftun und wieder schließen; einige Schwämme können sich auch im Ganzen etwas zusammenziehen. Nur auf diese Weise wird offenbar, daß sich etwas an diesen Geschöpfen aus der Umgebung emanzipiert. Doch was wird geschlossen, wenn die Öffnungen zugehen, was ist geöffnet, wenn sie offen stehen? Ein *Innensystem*, das auf die vielfältigste Weise durchströmt wird. Da sind zuerst die Poren; das Meerwasser strömt von ihnen durch zahlreiche, vielfach verästelte Kanälchen in Kammern und Höhlungen ein; dann fließt es abermals durch Kanäle hindurch; sich in größeren Räumen und Höhlen sammelnd, strömt es durch die weiten Öffnungen (Oscula) aus. Ein Strömungssystem mit Einströmung und Ausströmung, dazwischen eine Welt von Räumen aller Art, kugel-, blasen-, röhrenförmig: das ist das «Innere» des Schwammes. Gewisse Höhlen, Röhren oder Kammern zeigen durch das Mikroskop, daß sie mit Geißelzellen ausgekleidet sind, deren wimperndes und flimmerndes Bewegen mit der Wasserströmung in Zusammenhang gefunden wird.

89. Figur
Kieselnadeln eines Glasschwammes.
Sechsstrahlige Gebilde. (Drei aufeinander
senkrecht stehende Axen.) Verschiedene
Größen. Dazwischen zierliche Ornamentfiguren.
(Nach F. E. Schulze,
aus Brehms Tierleben Band I.)





90. Figur
Gerüstgebilde (Spicula) einer Kalkschwamm-
gattung (400fach vergrößert). Es kommt hier
nicht darauf an, die Einzelheiten zu bestimmen,
sondern einen Eindruck vom Charakter
der Skelettstrahlen dieser Wesen zu bekommen.
Dreistrahler aller Art und Größe;
geschwungen und geschweift; kurz- und
langaxig.
(Aus Haeckel, Die Kalkschwämme,
eine Monographie 1872.)

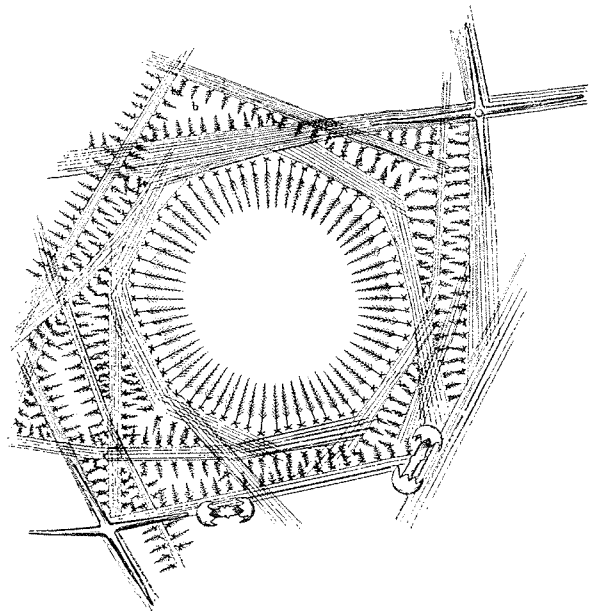
Durch diese «Innenwelt», die das Schwammgewebe durch und durch porös, «spongiös», cavernös und lakunenartig zeigt, und die vielfach sich verändernd und immer wieder in ihren Elementen sich verbindend ein *Wassersystem* ist, emanzipiert sich der Schwamm von der *umgebenden Wasserwelt*. Wodurch hält der Schwamm diese Strukturen fest, womit überhaupt die Form, die er mit diesen Gefäß- und Kammerbildungen als Gesamtgestalt hervorbringt? Durch die *Skelette*, die als Axengebilde oder Fasertexturen den ganzen Körper durchsetzen. Vor allem seien die Skelettelemente (Spicula) der Kiesel- und Kalkschwämme betrachtet, weil in ihnen bei diesen Tieren ein Höhepunkt erreicht wird. Was die Zellen als Spicula hervorbringen, sind Gebilde, die anmuten, als stammten sie aus der Kristallwelt, und zwar so, als ob nur deren Axen in Erscheinung träten. Da sind Dreiaxer oder Sechsstrahler; drei Axen stehen aufeinander senkrecht; es ist, als hätte man aus einem Oktaeder nur die Axen herausgenommen. Diese Sechsstrahler fügen sich in allen Größen, locker oder dichter, einzeln oder in Gerüsten verbunden, zu den wunderbaren Skeletten der Glaskschwämme, die das zierlichste und gesetzmäßigste Filigran «glasartig» hervorzaubern (Figur 89). Dabei beginnen die Grundformen der Strahler sich abzuwandeln. Der eine der drei Strahlen wird länger; ein anderer verschwindet; die Axen schießen in den Raum aus oder konzentrieren sich in kleine Sterngestalten. Die Enden können zu Strahlenbäumchen «auskristallisieren». «Manchmal sieht es aus, als hätten sich sechs kleine Lilienblüten vereinigt» (Brehm). Durch Metamorphose finden sich 5-, 4-, 3-Strahler in allen Kombinationen. Eine weitere Art von Spicula sind die 4-Axer. Diese 4strahlige Figur, die bei vielen Kieselchwämmen vorkommt, erscheint wieder wie aus einem regulären Kristall (Tetraeder) herausgenommen; aber nur die Axen erscheinen im Raume. Schließlich finden sich auch einaxige Spicula. Alle diese Strahlennadeln können sich auf das merkwürdigste verwandeln, gehen ineinander über, werden geschweift, ja umgebogen, anker-, spangen-, schaufelartig usw. Dreistrahlige Spicula sind besonders bei den Kalkschwämmen ausgebildet. Sie strahlen unter Winkeln von 120° von einem Punkt aus; auf diesem Dreistern kann ein vierter Strahl sich an bilden. In den Gattungen und Arten prägen sich alle möglichen Kombinationen aus. Figur 90 zeigt in 400facher Vergrößerung die von Haeckel gezeichneten Spicula einer Kalkschwammgattung. Geschweifte und gebogene Nadeln sind zu sehen. Dazwischen in allen Größen und Mustern ganz reine Dreistrahler. Bei anderen Arten herrschen die Dreisterne mit dem vierten lotrechten Spitz vor. Alle diese wunderbaren Strahlen und Strahler bilden durch ihre gesetzmäßige Art, Richtung und Lage innerhalb der Kelche, Pokale, Höhlungen, Kanalsysteme usw. eine reine Architektur, die nur aus Axen besteht und an jeder Stelle *notwendig* gefügt ist. Figur 91 zeigt ein Detail aus einem Glas- oder Sechsstrahlschwamm. Man glaubt in eine axenhaft auskristallisierte Welt zu blicken. Figur 92 stellt eine Partie eines Kalkschwammes dar: in der Wand die Dreistrahler, regelmäßig gerichtet; nach außen (in der Zeichnung oben), gegen die Umwelt strahlt das Gebilde in ein Bündel von Nadeln aus. Es ist charakteristisch, daß das Skelett des Schwammes senkrecht, tangential, parallel zur Gestalt und ihren Flächen in den Raum ausschießt. Figur 93 bringt die Basis eines Schwammes zur An-

schauung. Es gewährt einen wunderbaren Anblick, wie einerseits die Nadelfiguren, nach unten abschließend, konzentrisch Raumflächen folgen, andererseits als sogenannter Wurzelschopf ausstrahlen. Stämme, Pfahlwurzeln bilden sich in solcher Art, manchmal in Spiraldrehungen, aber immer als Raumstrahl und Axenbildung. – Auch vielaxige Strahler kommen vor; wie eine Druse strahlen die «Kristallnadeln» von einem Punkt aus, als Kugelstern, Doppelstern usw. Diese kurzen Angaben sollen auf die merkwürdige Welt reiner Axengestalten bei den Schwämmen hinweisen. Wenn auch in anderen Tierklassen da und dort Spicula auftreten, so erreichen sie doch niemals diese Ausbreitung und Entwicklungshöhe wie bei den Schwämmen, deren ganzes Stützgerüst und Skelettwesen auf dieser Strahlennatur beruht.

Wenn bei den Hornschwämmen die Charaktere der «Kristallgestalten» zurücktreten und ein Flecht- und Netzwerk von Sponginfasern ausgeschieden wird, so begegnen wir der interessanten Tatsache, daß oft in die Spongintextur Sandkörnchen, fremde Partikel aus der Umwelt aufgenommen werden, und daß so das Gerüst gefestigt wird. Ein solches Hornschwamm-«Skelett» hat als Grundgewebe die Sponginfasern; darin sind «Steinchen», Schalenstückchen anderer Tiergehäuse als «*äußerliche*», von außen aufgenommene Partikel zu erkennen (Figur 94). – Durchgeht man das Reich der Schwämme von den höchstgestalteten Sechsstrahlern und Vierstrahlern mit den reinen Kristallgittern durch alle die Formen und Modifikationen der Axen in den tausendfältigen Situationen immer wieder anderen Stützens, Haltens, Tragens, Festigens, bis zu den fasergewirkten Texturen der Hornschwämme mit eingelagerten Fremdkörpern, ja bis zu den gleichsam zusammensinkenden, gestalt- und skelettlosen Gallertschwämmen, so gewinnt man eine Anschauung der organisierenden oder organisch «kristallisierenden» Kraft der Schwämme und ihrer Steigerung bei den kieseligen und kalkigen Schwämmen; man erkennt aber auch ihr Schwinden bei den anderen Gruppen.

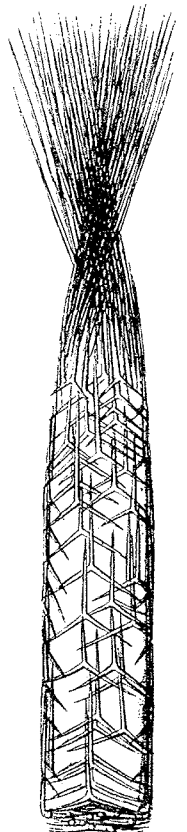
In der Entwicklung der Spongien stoßen wir auf die eigenartigsten Verhältnisse und Vorgänge. Zunächst bildet sich eine Blastula, die entweder ringsum (Figur 95) oder nur in ihrem vorderen Umfang bewimpert ist (Figur 96). Während noch diese Larve rotierend in spiralförmiger Bewegung frei herumschwärmt, beginnen Elemente nach innen in den Hohlraum zu dringen (Figur 95). Das kann soweit gehen, daß sich Gewebeelemente im Inneren formieren, und daß sich bereits Spicula bilden! Es ist, als ob sich der Schwamm ins Innere hinein bereits ausbilden wollte. Figur 97 bringt eine solche vorne und seitlich bewimperte, freischwärmende Schwamm-Larve zur Darstellung; im Inneren finden sich jetzt schon Gewebedifferenzierungen; ein Bündel Strahlennadeln ist zu erkennen, um dessen hinteres Ende sich ein Kranz sternförmiger Gebilde gruppiert. Ein solches schwärmendes Wesen setzt sich mit seinem vorderen Pol fest; und nun ereignen sich eine Reihe von Umstülpungen, die sich bei den verschiedenen Arten in besonderer Weise vollziehen. Wir versuchen drei solche wesensverwandte Umwandlungen zu beschreiben, indem wir den mustergültigen, vorurteilslosen Schilderungen von Korschelt in seiner vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Tiere (1936) folgen.

1. Der vordere Pol der Larve stülpt sich im Festsetzen ein und die

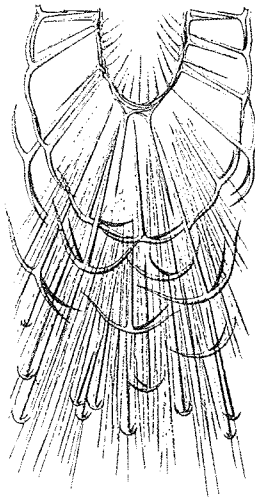


91. Figur
Detail aus dem Skelett eines Sechsstahl- oder Glasschwammes. Das Kieselgerüst zeigt den rein axialen Charakter. Verschiedene Nadeln, Strahler von zum Teil eigenartiger Form, wirken die Architektur des Kieselschwammes. (Aus Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Spongien 1887.)

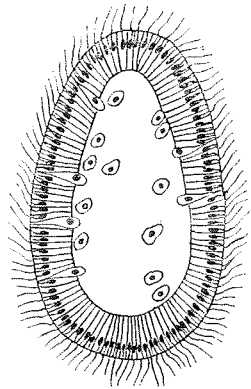
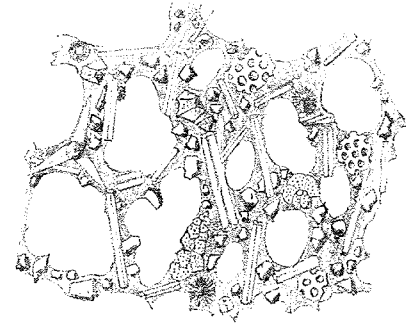
92. Figur
Skelett einer einzelnen radialen Röhre eines Kalkschwammes. Dreistrahlige Elemente bilden die Architektur, die nach außen (in der Zeichnung oben) ausstrahlt. Ein reines Raumwerk. (Aus Haeckel, die Kalkschwämme, eine Monographie 1872.)



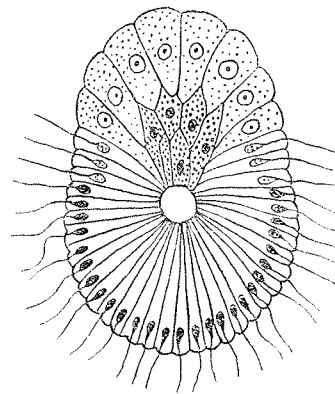
93. Figur
 Unterer Teil einer Kalkschwammperson. Vierstrahlige Skelettgebilde, radial und in «Raumflächen» gerichtet. Ausstrahlend in den Wurzelschopf mit reinen Axen.
 (Aus Haeckel, Die Kalkschwämme, eine Monographie 1872.)



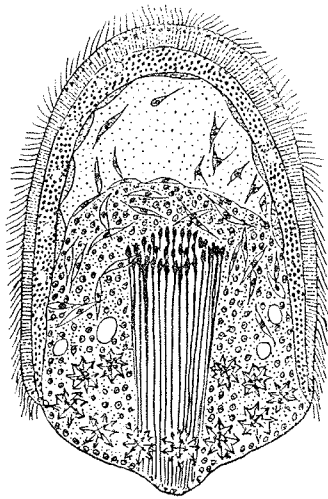
94. Figur
 Detail aus dem Skelett eines Hornschwammes. In die Textur der Hornfasern sind fremde Partikel eingefügt. Die organisatorische Kraft, welche die «Strahlenskelette» bei den anderen Schwämmen wirkt, tritt hier zurück. Nichtselbstorganisiertes wird eingelagert.
 (Aus Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Spongien 1887.)



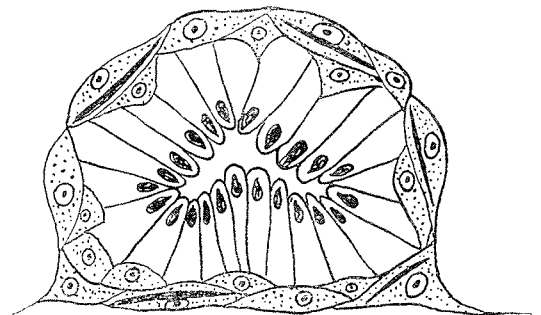
95. Figur
 Flimmerlarve eines Kalkschwammes. Ringsum bewimpert. Ins Innere wandern Elemente (Zellen) ein.
 (Nach Minchin, aus Korschelt und Heider 1936.)



96. Figur
 Flimmerlarve eines Kalkschwammes. Im vorderen Umfang bewimpert.
 (Nach Minchin, aus Korschelt und Heider, 1936.)



98. Figur
 Die frei schwärmende Larve der 96. Figur hat sich festgesetzt. Die bewimperten Zellen sind jetzt im Inneren ohne Wimperfäden; die anderen umfassen sie. Es hat sich ein Innen und Außen gebildet, ein äußeres und ein inneres Lager. Zuinnerst der Hohlraum des werdenden Schwammes.
 (Nach Minchin, aus Korschelt und Heider 1936.)



97. Figur
 Schwammlarve, vorne und seitlich bewimpert. Ins Innere sind Zellen eingedrungen. Es differenziert sich da Gewebe. Spicula oder Kieselnadeln haben sich bereits gebildet, stabförmig und sternförmig. Diese Flimmerlarven schwärmen frei durchs Wasser.
 (Nach Maas, aus Korschelt und Heider 1936.)

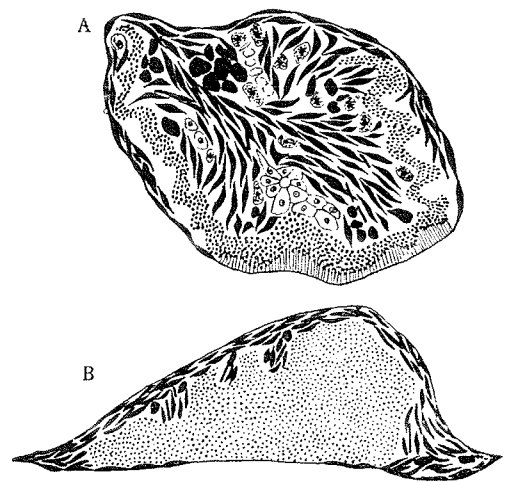
Elemente des hinteren Teiles umwachsen ihn, so daß eine «gastrula»-ähnliche Figur entsteht. Die zuerst nach unten offene Becherhohlform schließt sich; es entsteht so eine ganz geschlossene Gestalt, die im Inneren enthält, was vorher vorne außen war, und die umgeben ist von den Zellen, die am hinteren Pol waren (Figur 98). Was auf Figur 96 vorne war, ist jetzt (Figur 98) innen, was dort hinten war, bildet jetzt den umfassenden Teil der Anlage (punktierte Zellen).

2. Es kann der innere Gewebeinhalt der Larve heraustreten und den nunmehr ins Innere gelangenden, vorher äußeren, peripheren Teil wachsend umfassen (Figur 99). Die Larve setzt sich in A gerade fest. Das Innere ist erfüllt von spindelartigen Zellen (A), die aber jetzt herausquellen und sich umfangend um die (punktierten) Zellelemente legen, die vorher außen flimmernd waren und jetzt ins Innere gelangen (punktierte Teil in B) und sich zum Geißelepithel umwandeln.

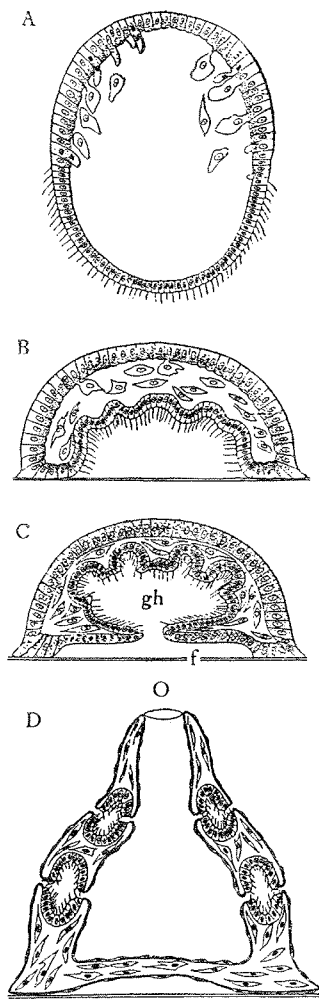
3. Es kann der Fall eintreten, daß bei einer zweischichtigen Larve die Elemente sich durchdringen, sozusagen allseitig durchstülpen, so daß, was außen war, innen ist, und umgekehrt.

Das Gemeinsame aller dieser Vorgänge ist das Folgende. Schon auf der Entwicklungsstufe der frei schwärmenden Larve findet eine «Innenbildung» statt. Dieses Hineinbilden von Gewebe, sogar mit Differenzierung und Spiculabildung, gemahnt an Prozesse, wie wir sie bei gewissen Gastrulationen antreffen. Aber beim Festsetzen ereignen sich ebenfalls Umstülpungen durch Einstülpungen oder durch Umwachsen oder durch Umkehren von Innen und Außen, also abermals Vorgänge, wie wir sie zum Teil bei der klassischen Gastrulation durch Invagination, Epibolie usw. kennen. Bei der Einstülpung und Umwachsung schließt sich die Form; bei der Durchdringung der Schichten bleibt sie geschlossen. Das Ergebnis dieser Vorgänge ist eine reine, in sich geschlossene Hohlform mit Außengewebe und Innengewebe. (Es darf beiläufig angedeutet werden, wie schwierig die Sache wird, wenn man sie mit den Verhältnissen anderer Tiere zur Deckung bringen will. Man müßte manchmal eine «Doppelgastrulation» annehmen, wobei die zweite umkehrt, was die erste vollzog. Wir halten hier die tatsächlichen Vorgänge als Innenbildung, als Einstülpung, Umstülpung usw. fest.)

In dieser Phase der Entwicklung liegt ein geschlossenes Gebilde mit Innen- und Außenlager vor. Dieser Entwicklungsmoment bedeutet im Ablauf eine natürliche Zäsur; denn nunmehr wird die Form von einer ganz anderen Gesetzmäßigkeit ergriffen. Um dies zu verfolgen, gehen wir noch einmal von der freien Larve aus (Figur 100A). Sie setzt sich fest und stülpt sich ein (Figur 100B). In Figur 100C ist die eingestülpte Form im Begriff, durch Falten, die zusammenwachsen, sich unten abzuschließen (f). In Figur 100D hat sie sich unten geschlossen. Aber zugleich beginnen sich die inneren Wände mehrfach ringsum einzustülpfen (B, C); die Einstülpungen vertiefen sich und brechen als Poren nach außen durch. In der Wand bilden sich Kammern (D). Zugleich öffnet sich nach oben die Innenhöhle weit zum Osculum (O). Nach unten bleibt die Form geschlossen; auch ist der werdende Schwamm fest «angewachsen». Die Nadeln schießen längs, senkrecht, tangential hervor. Diesen Ablauf (A–D) könnte man einen Urvorgang der Schwammbildung nennen, und die entstehenden Gestalten sind gleichsam die Urformen der Schwämme. Eine ähnlich entstandene,



99. Figur
Zwei Stadien einer Schwammlarve.
A unmittelbar nach dem Festsetzen. B etwas später. Eine völlige Umkehr findet statt. Die in A noch zu erkennenden Wimperzellen (punktiert mit Strichelchen), die außen waren, gelangen nach innen; die andern spindelförmigen Zellen, die innen waren, umwachsen jene. Was außen war, ist innen; was innen war, ist jetzt Peripherie.
(Nach O. Maas, aus Korschelt und Heider 1936.)



100. Figur
 Vier Stadien der Schwammentwicklung.
 Die schwärmende Flimmerlarve (A) setzt sich fest (B) und stülpt sich ein. Es entsteht eine Höhlung (gh), die unten durch Falten (f) sich abschließt (D). In B beginnt sich die Innenwand einzufalten; die Buchten vertiefen sich (C) und werden zu Kammern, die sich nach außen durch die Poren öffnen (D). Nach oben öffnet sich das Osculum (O).
 (Haller, Vergleichende Anatomie 1904.)

noch elementarere Figur ist der «Olynthus»; auch er ist eine «Urform». Bei ihm ist es noch nicht zur Kammerbildung in den Wänden gekommen; seine Höhlung ist noch einheitlich und ganz mit Geißelzellen belegt (Figur 101). Er hat die Gestalt eines Bechers; die Wände sind von den Poren durchbrochen; oben in der Mitte ist das Osculum; das Skelett durchschießt seine Raumform.

Diese Grundformen (Figur 100 D, Figur 101) sind es, die zu dem System von Hohlräumen und zu dem ganzen Strömungsorgan des Schwammes weitergebildet werden. Beim Olynthus strömt das Wasser seitlich ein, durchströmt die innere Höhle und fließt durch das Osculum oben heraus (Figur 102 A). Die feine Strichelung um die Höhle stellt das Geißelepithel dar. Dieses Grundelement der Höhlung wird wiederholt, indem sich in die Wände (wie bei Figur 100 B C D) Hohlräume einstülpen, die sich entweder reihenweise ringsum anordnen (Figur 102 B) oder sich traubenförmig ausbilden als «Geißelkammern» (Figur 102 C). Die Geißelzellen gehen also in die wiederholten Elemente über. Das System wird in der weiteren Differenzierung der Kammern, Kanäle, Lakunen immer vielgliedriger. Bei den Darstellungen (Figur 102) handelt es sich aber immer noch um «Personen», d. h. um Einzeltiere, die auch bei gewissen Arten als solche weiter existieren. (Doch mag erwähnt werden, daß unter dem Eindruck der wieder und wieder schaffenden Kraft Haeckel die Vervielfältigung von A in B und C als eine Summe von Personen anschaute.) Diese Summierung der Personen findet nun aber tatsächlich statt, indem durch Knospung neue Personen an den alten hervortreiben. Auch das repetiert sich immer fort, so daß die gewaltigen Stöcke entstehen, bei denen oft die einzelnen Personen vollkommen miteinander verfließen. Erst dieses tausendfältige Gewebe und Gewebe der Stockbildung bringt die Gesamtgestalten jener erwähnten Sträucher, Bäumchen, Pokale, Kammern, Schalen usw. hervor. Das ganze System dieser Gefäße, Hohlungen, Lakunen, dieses ganze coeloforme Gewebe ist wie bildsam, ist ein Strom des Bildens, in dem jene Formen als Plastiken hervortreten.

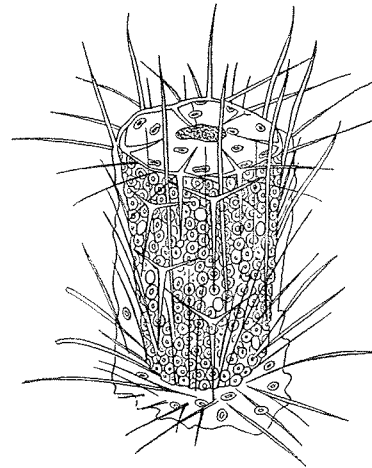
Eigenartig wirken die Bohrschwämme. Sie lösen das Kalkgefüge von Muschelschalen oder Gestein auf und erzeugen in diesem selbstgebildeten Wabenwerk ihr Gewebe. Sie erfüllen diese Innenräume, wachsen dann heraus, breiten sich über den anfänglichen Wabenbau aus und erheben sich darüber zu der Gestalt des Schwammkörpers, dessen Gerüst sie nun selber bilden. So nimmt der mächtige Neptunbecher seinen Anfang in Molluskengehäusen, durchhöhlt dieselben, tritt hervor und wächst zu dem ungeheuren Pokal (Neptunbecher) heran. Die Bohrschwämme erzeugen zuerst *klastisch* (auflösend) ein Höhlensystem in einem fremden Körper (Kalkstein, Molluskenschale) und dann durch *plastisches* Bilden ihr eigenes Innensystem in der frei hervortretenden Form.

In bezug auf ihre Entwicklung, ihr Gefäßsystem und ihr Skelett versuchten wir das Wesen der Schwämme zu charakterisieren. Die Entwicklung führt durch die eigenartigen Ein- und Umstülpungen zu einer einheitlichen, reinen Innen- oder Hohlform. Diese wird ergriffen von der Gesetzmäßigkeit des Strömungssystemes, was sich *physiologisch* im Geißelzellengewebe und seiner Tätigkeit ausdrückt, durch welche ein Wasserstrom erzeugt wird; *morphologisch* entsteht das Gefäßsystem

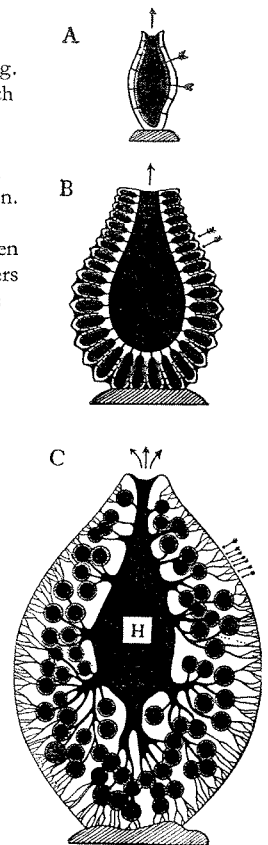
mit seinen Kammern. Dieses Element wird wiederholt, zunächst innerhalb von Personen (Figur 102); dann werden die Personen selber wiederholt; Stockbildung und Stockform erstehen in fließender Gestaltung. Vor allem bei den Glas-, Kiesel- und Kalkschwämmen kommt diese Gestalt selber durch strahlige Gebilde zustande, die – selber ins Unendliche wiederholt, vielfältig sich metamorphosierend – in Reinheit und Vollendung *axiale Raumsysteme* ausprägen. Das Tierreich bringt hier bei den Schwämmen als Gewebe und Gestalt eine Welt reiner Axialität hervor. Oft wird von den Spongien als «niederen Organismen» gesprochen. Indem tatsächlich Gliedmaßen, Gelenke, Muskelspiel und differenzierte Organe fehlen, kann die Natur jedoch hier elementar und gewaltig eine Gesetzmäßigkeit aussprechen. Mit archaischem Gepräge tritt unverhüllt bei den Schwämmen zutage, daß das Tierreich diejenigen Kräfte mitenthält und an sich trägt, die Raumsysteme und Raumstrahlengebilde wirken. Hier bei den Spongien offenbart die tierische Existenz die raumdurchstrahlenden Kräfte als solche auf hoher Stufe. Diese Geschöpfe sind am ganzen Tierreich dasjenige Glied, bei dem das *axiale Wesen* im Bilden ausgedehnter Organismen *unmittelbar* in *reiner* Form und in Vollendung hervortritt.

Mehrmals war von dem «Fließenden» in der Spongienbildung die Rede; ebenso von dem «unendlich» Wiederholenden; zur Charakterisierung wurde von einem Strom des Bildens, vom Verfließen der Personen usw. gesprochen. Damit hängt zusammen, daß die Erscheinungen der Regeneration und Conrescenz bei den Schwämmen besonders weitgehend sind. Die folgenden Berichte mögen das besonders hervorheben (Korschelt, Allg. Teil 1910). «Ungleichviel weitgehender sind nun die Ergebnisse, zu denen die sehr interessanten Versuche von H. V. Wilson (1907) führten, da bei ihnen eine Zerlegung in sehr kleine, geringwertige Teilstücke vorgenommen wurde. Dies geschah auf die Weise, daß Stücke des betreffenden Kieselschwammes... durch Gaze hindurchgepreßt und somit in recht kleine Bestandteile zerlegt wurden; zumeist sollen es isolierte Zellen sein, die sich am Boden des Gefäßes ansammeln und sich hier alsbald wieder vereinigen. Dadurch bilden sich kleine Zellgruppen (falls solche nicht auch erhalten blieben), die ihrerseits wieder zu etwas größeren Massen verschmelzen. Das Ergebnis ist die Bildung krustenartiger Gebilde auf der Unterlage, die zunächst eine ziemlich gleichartige Beschaffenheit zeigen, dann aber an der Oberfläche eine Membran, darunter Bindegewebszüge, Kanäle und Geißelkammern zur Entwicklung bringen; über der Kruste erheben sich kurze Oscularröhren, so daß also aus den stark isolierten Teilen vollständige kleine Schwämme hervorgehen, was bereits in etwa 6–7 Tagen geschehen kann.» «Verschmelzungsvorgänge sind bei den Poriferen (Schwämmen) auch sonst und zwar schon länger bekannt gewesen... H. V. Wilson hat diese Erscheinung neuerdings eingehender geprüft; er konnte feststellen, daß die Larven von *Lissodendoryx* zu der Zeit, wenn sie das Herumschwärmen aufgegeben haben und am Boden herumkriechen, leicht miteinander verschmelzen... Kleinere Komplexe von 2, 3, 4, 5 auch wohl 6 vereinigten Larven können sich zu einem einheitlichen Schwamm entwickeln.» Auch diese Tatsachen der Regeneration und Conrescenz kennzeichnen wesentlich das flüssige Bilden von Gefäßsystemen, Skeletten, Personen und Stöcken bei den Schwämmen.

101. Figur
Olynthus, eine Art Urform der Schwämme.
Becherförmig, oben das Osculum,
ringsum Poren. Die Gestalt ist durch
die Spicula gebildet, die radial,
tangential den Raum durchstrahlen.
(Nach F. E. Schulze,
aus Korschelt und Heider 1936.)



102. Figur
Drei Typen der Schwammbildung.
Bei allen handelt es sich aber noch
um Personen (nicht um Stücke).
A eine einfache Gestalt (wie
der Olynthus Figur 101). In B in
die Wand gebildete radiäre Röhren.
In C differenziertes Kanalsystem
mit Kammern. Die Pfeilchen geben
die Strömungsrichtung des Wassers
an. H ist der Mittelhohlraum des
Schwammes. Die feinste
Strichelung der Innenräume
(Röhren, Kammern) deutet die
Geißelzellen an.
(Nach Haeckel, aus Abel,
Palaeozoologie 1924.)



Die Gestalt

von Ei und Samen

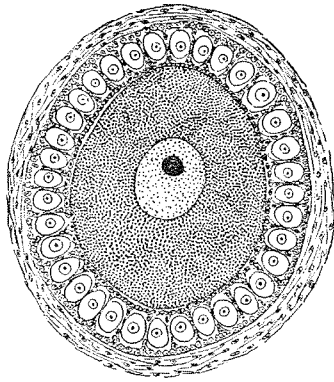
in reifem Zustand

Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung haben wir es im großen und ganzen mit einer *reinen* Wiederholung des Individuums zu tun. Durch Teilung oder Knospung entstehen die Nachkommen. Bei der ersteren zerfällt das Wesen in Teile, aus denen sich ganze Individuen wieder bilden. Bei der Knospung beginnt aus einer Partie, aus einem begrenzten, oft kleinen Bezirk ein neues Individuum hervorzuspriessen, das als *gleicher* Nachkomme in einfacher Linie das Vorfahrenwesen wiederholt. Auf diese Weise können viele, oft hunderte von Generationen dahinfließen. Aber schon bei den Formen, die sich in dieser Weise vermehren, zeigt sich meistens ein periodischer Wechsel. Eine Periode ungeschlechtlicher Fortpflanzung läuft dahin; dann setzt eine Phase geschlechtlicher Vermehrung ein. Nach dieser kommt wieder eine ungeschlechtliche Ära usw. In solchem Zyklus sieht man die Vermehrungsweise vieler Geschöpfe ablaufen. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung tritt nun etwas ganz Auffallendes gegenüber der ungeschlechtlichen ein. Es entsteht ein Gegensatz; es tritt eine *Polarität* auf. Die bei der ungeschlechtlichen Vermehrung gleichmäßig in reiner Linie laufende Entwicklung weicht auseinander, differenziert sich in zwei Pole auseinander, so daß sozusagen die Entwicklung in Gegensätzen sich selber gegenübersteht.

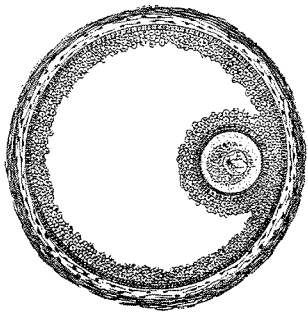
Die Gegensätzlichkeit tritt stufenweise aus unscheinbaren Anfängen in einer Reihe der Steigerung hervor; wichtige Stationen derselben finden sich in der «Allgemeinen Biologie» von Oskar Hertwig (1923) als wunderbare Stufenleiter geschildert. Betrachtet man die Ergebnisse dieser Entwicklung, so hat man nicht nur vor sich, was man allgemein als Polarität bezeichnet, sondern man hat den Anblick einer *echten*, reinen und vollendeten Polarität. Aus Anlagen, die sich in ihrer Erscheinung weitgehend gleichartig geben, und die man nach mancherlei Erfahrungen und Versuchen weitgehend als gleichartig ansehen darf, entstehen zwei Bildungen, Ei und Samen, die sich in bezug auf ihre Eigenschaften auf das Genaueste polar verhalten, die eigentlich

wie die beiden in Gegensätze auseinandergerückten «Hälften» Eines und Desselben erscheinen, und die dann in der Befruchtung unter *Aufheben* der polaren Situation sich vereinigen und ein Einheitliches bilden, das ein Neues, Drittes darstellt, an dem ein ganz neuer Einschlag, die *Entwicklung des Keimes*, einsetzt. Die *Bildung des Keimes als solche* ist ungeschlechtlich; die Blastula, die Gastrula sind keine geschlechtlichen Erscheinungen. Wenn auch im Keime die zukünftigen Keimbezirke, z. B. die Urgeschlechtszellen im engeren Sinn, sich oft früh sondern, und wenn auch deren Entfaltung mit Einflüssen auf andere Organsysteme, ja auf den ganzen Organismus verbunden ist, so ist der eigentliche Embryo, soweit sich ein solcher in der Entwicklung überhaupt erhebt, ungeschlechtlich. Er führt zu einer Wiederholung der Form der Vorfahren. In der Embryonalentwicklung wirkt der Typus in der Art, wie es in den vorhergehenden Abschnitten bei verschiedenen Tiergruppen angedeutet wurde. – Diese allgemeinen Angaben zeigen, wie sich im Gebiet der Generation mächtige Gegensätze ausbilden, und wie sich an diesem Gebiet Gestaltungen erzeugen, die eine echte und reine Polarität darstellen, die dann im weiteren Fortgang der Entwicklung verfällt. Wir können deshalb an diesen Gestalten die Fragen studieren; welche Formen bringt die Natur an Zellen hervor, wenn sie dieselben gesetzmäßig in polarer Art entwickelt; treten Formen auf, an denen sich ein

ANMERKUNG. Bei all den hier geschilderten Vorgängen, aber auch schon in den vorangehenden Abschnitten liegt es nahe, nach dem Warum und Wozu dieser Verhältnisse zu fragen. Es werden ja vielfach solche Erklärungen gesucht. Gerade den hier betrachteten Vorgängen gegenüber spricht man vom Zweck oder Sinn oder Nutzen, den sie haben sollen. Man sagt etwa, sie sind dem Prinzip der Arbeitsteilung entsprechend eingerichtet, sie fördern die gute Erhaltung der Art, sie sorgen für ein sicheres Fortbestehen derselben. Diese Erklärungen fordern aber wieder neue Erklärungen heraus: wer verteilt die Arbeit so zweckentsprechend, wer sorgt für das gesicherte Fortbestehen der Art usw. Man kommt also bald in ein Hin und Her zwischen Zufall, «innerem» Gesetz der Entwicklung, reiner Zuchtwahl «im Kampf ums Dasein» usw. Eine Auseinandersetzung mit solchen Vorstellungen soll an dieser Stelle nicht angestrebt werden. Mit jenen Erklärungen dringt man in das Wesen der Natur nicht ein. Man bleibt damit eigentlich außerhalb derselben stehen. Sagt man, Ei- und Samenbildung sind nach dem Prinzip der Arbeitsteilung eingerichtet, so ist über das Vermögen, das hier wirkt, über das Wesen, das sich ausspricht, noch nichts ausgemacht. Das in der Typusbeobachtung angewandte Verfahren, das sich in den Stil des in der Natur Wirkenden einzuleben sucht, empfindet jene Erklärungen so, daß sie sich diesem Einleben als Hindernis erweisen. Sie schieben sich zwischen das Beobachtungsorgan und die sich offenbarende Naturerscheinung wie eine trennende Schicht. Wie weit das Verfahren, das auf teleologische und kausale «Erklärungen» im ange deuteten Sinne verzichtet und sich ganz der Natur hingibt, zu führen vermag, und was sich ihm an Erkenntnis enthüllt, das wird sich unterwegs (in der Ausübung dieses Verfahrens) in der Erfahrung zeigen und ergeben.



103. Figur
Eierstocksei einer Eidechse. Im Inneren die ovale Eizelle (dicht punktiert) mit ihrem Kern (leicht punktiert). Ringsum das einhüllende Gewebe in mehreren Schichten.
(Nach C. K. Hoffmann, aus Korschelt und Heider 1902.)



104. Figur
Eierstocksei eines Säugetieres. Die kleine Blase rechts ist die Eizelle mit Dotter und Kern. Das übrige ist gleichsam «der Organismus um das Ei» in mehreren, verschiedenen Schichten.
(Aus Corning, Entwicklungsgeschichte des Menschen 1921.)

Hereinwirken der Grundgestalt in das Gebiet der Generation in gemäßer und entsprechender Weise offenbart?

Wir wenden uns zuerst der Eibildung zu. In den Keimlagern treffen wir Zellen, die sich in gleichmäßiger Art und Folge vermehren. Es ist eine Zone des Keimens, des Proliferierens. An diesen Zellen tritt dann ein sehr bedeutendes Wachstum auf. Sie werden umfänglich und nehmen eine kugelige Gestalt an. Das Gewebe ringsum beginnt sie einzuhüllen, oder sie gelangen tiefer in die Lagen dieses Gewebes hinein; auch Innenräume, Röhren, Höhlungen und Buchten nehmen sie auf. In vielen Fällen entsteht ein eigentliches «Nähren» der werdenden Eizelle. Nährorgane können so entstehen. Meistens ist das Ei von Hüllen umgeben oder hüllenden Organen. Vergleicht man die Art, wie das Ei im Eierstock entsteht, mit dem Verhalten anderer Körperzellen, so ist evident, wie jenes sich abhebt, einen besonderen Entwicklungsweg geht und trotz seiner Einzelligkeit sich wie ein «Organismus für sich» verhält. Figur 103 stellt das Eierstocksei einer Eidechse dar. In der Mitte liegt die eine große Zelle, das Ei; in ihm selber wieder der Eikern; ringsum häutige und zellige Hüllen. Diese Nachbarorgane sind auf das Ei hinorientiert. Das Ei ist in keiner Weise in die übrige Körperorganisation hineinbezogen. Man vergegenwärtige sich, wie in dieser sich die verschiedenen Körperzellen (Muskel-, Nerven-, Blutzellen usw.) durchdringen und verbinden, und man hat einen recht deutlichen Eindruck, wie sehr bei der Eibildung ein «Element für sich» entsteht. In Figur 104 ist das Eierstocksei eines Säugetieres abgebildet. Nur die kleinere Kugel rechts in dem netzartigen Gewebe ist das Ei; alles übrige ist gleichsam Organisation um das Ei. Dabei ist es außerordentlich charakteristisch, daß sich *Eihäute* bilden, die entweder vom Ei selber ausgehen oder von dem umgebenden Gewebe ausgeschieden werden. Das Ei hebt sich also durch solche Hüllenbildung ab, die in vielen Fällen, bei manchen Tiergruppen als eine ringsum sich abschließende Schale mit einer Öffnung erscheint. Die allermannigfaltigsten Gestaltungen, von denen einige wenige Beispiele im folgenden angegeben werden, treten da auf.

Figur 105, Ei eines Fisches. Ringsum die Hülle, die von dem Ei als sogenannte *Zona radiata* gebildet wird und die das Ganze schalenartig umschließt. Oben die Öffnung (Mikropyle). Im Inneren die dotterartige Eisubstanz. Oben, unter der Mikropyle, das Keimbläschen (der Kern der Eizelle).

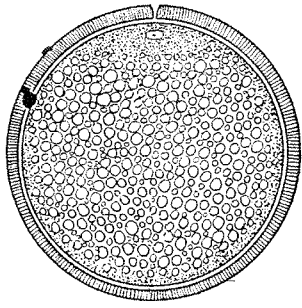
Figur 106, Ei einer Muschel. Deutlich ist die Eihaut (Dotterhaut) zu sehen. Oben wieder die Mikropyle (m). Im Inneren die Eisubstanz. Darin das Keimbläschen.

Figur 107, Ei einer Seewalze (Stachelhäuter). Die mächtige Hüllen- oder Hohlform ist deutlich; sie öffnet sich oben. Im Inneren Eisubstanz mit Keimbläschen (Kern).

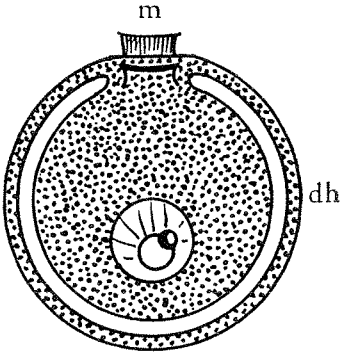
Figur 108, Fliegenei mit seinen Hüllen. Ovale Form. Oben eine kleine Mikropyle.

Figur 109, drei Insekteneier. An allen drei ist die Mikropyle zu sehen; a oberer Pol der Eischale einer Blumenfliege mit Mikropyle; b Ei einer Taufliege; c gestieltes Schlupfwespenei.

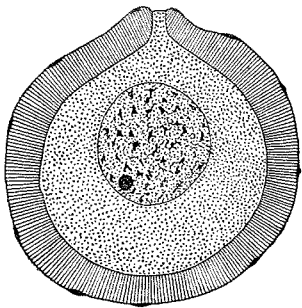
Figur 110, eine ganze Reihe von Eiformen bei Insekten. Bei solchen Hüllen und Schalen zeigt sich, daß eine regelrechte *Gestaltung* vorliegt,



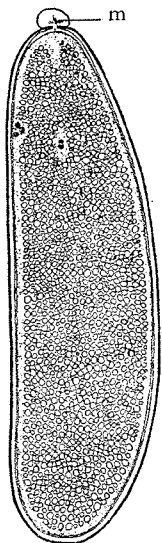
105. Figur
Reifes Ei eines Knochenfisches.
Ringsum die Eihülle. Oben eine Öffnung, die
Mikropyle. Innen der Dotter. Unterhalb der
Mikropyle die eigentliche Keimscheibe.
(Aus Korschelt und Heider 1902.)



106. Figur
Eierstocksei einer Muschel,
in die Dotterhaut gehüllt (dh); oben
die Öffnung der Mikropyle (m). (Nach
Flemming, aus A. Lang, Vergleichende
Anatomie der wirbellosen Tiere 1894.)

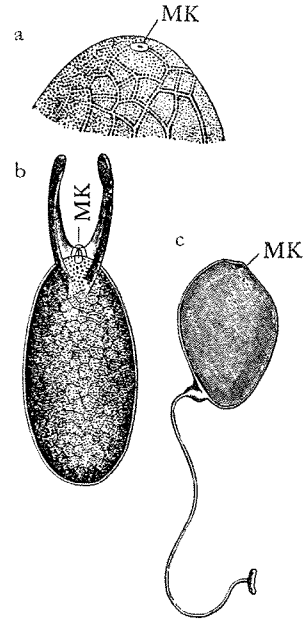


107. Figur
Ei einer Seewalze. Eihülle.
Mikropyleöffnung oben.
Im Inneren die Eizelle.
(Nach Crety, aus Korschelt und Heider 1902.)

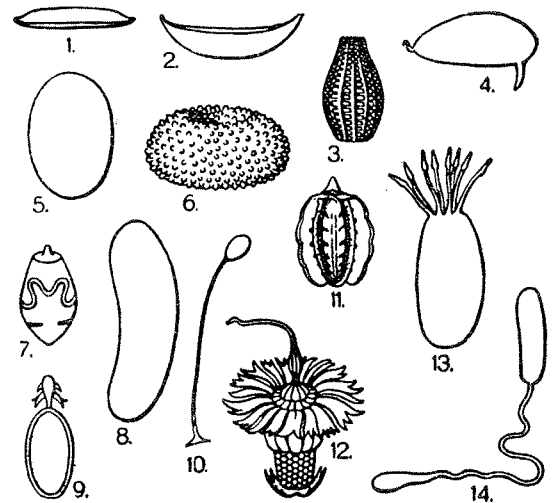


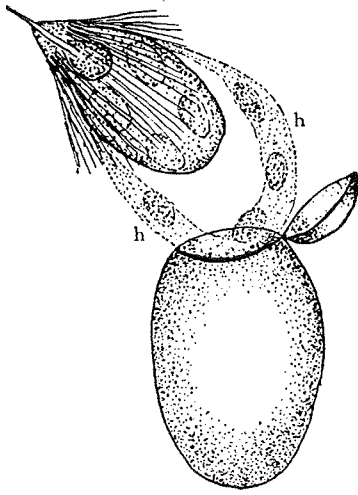
108. Figur
Fliegenei. Oben die Mikropyle (m).
Ringsum die Eihüllen.
Im Inneren Dottermassen.
(Nach Henking und Blochmann, aus
Korschelt und Heider 1936.)

109. Figur
Drei Insekten Eier in ihrer äußeren, schalenhaften
Gestalt. MK die Mikropyleöffnungen
in den Schalen (a Blumenfliege, b Taufliege,
c Schlupfwespe).
(Nach R. Leuckart, aus Claus-Grobben,
Zoologie 1917.)

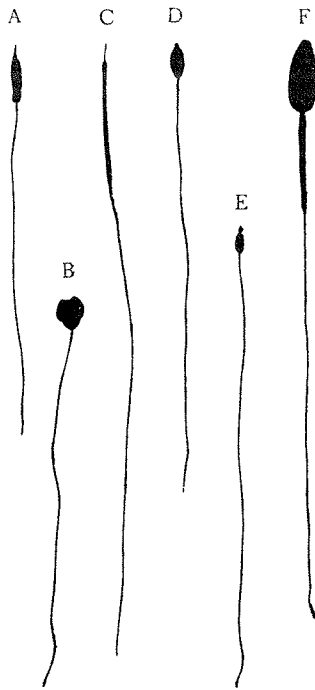


110. Figur
Insekten Eier. Die Schalenbildungen erscheinen
als eigentliche Gestaltungen des umhüllenden,
hohlformbildenden Prinzips. 1 Wickler,
2 Blattwespe, 3 Weißling, 4 Apfelsauger,
5 Maikäfer, 6 Buntling, 7 Stabheuschrecke,
8 Honigbiene, 9 Dasselfliege, 10 Florfliege,
11 Blattheuschrecke, 12 Federling,
13 Wasserkorpion, 14 Gallwespe.
(Nach Heymons,
aus Korschelt und Heider 1936.)





111. Figur
Der Embryo eines Saugwurmes entschlüpft der urnenartigen Eiform; diese wird aufgeklappt. h die Hüllhaut des Keimes.
(Nach Henkel, aus Korschelt und Heider 1936.)



112. Figur
Spermatozoen verschiedener Tiere in starker Vergrößerung. A Qualle. B Stachelhäuter. C Ringelwurm. D Schnecke. E Manteltier (nach E. Ballowitz). F Pferd (nach Jensen). (Korschelt und Heider 1902.)

die zum Wesen dieser Eier gehört. Man kann einwenden, das seien alles akzessorische und sekundäre Bildungen, die nichts Wesentliches über das Ei aussagen. Demgegenüber ist aber der Blick darauf zu richten, wie stark formativ und durchgehend die Hüllen- und Hohlformnatur bei den Eiern auftritt. Wir erblicken darin den morphologischen Ausdruck der Tatsache, daß das Ei sich heraushebt, und, ohne in die Körpersysteme hineinverwoben zu werden, als ein Wesen für sich bis zum Reifen fortbesteht und sich immer mehr aus dem Zusammenhang des Organismus emanzipiert. Es tut dies physiologisch, aber eben meistens auch morphologisch. In diesem Sinne sind uns die Schalen wichtige Zeugen. In Figur 110 ist eine Reihe solcher krug-, urnen-, topf-, halbmond- und schalenförmiger Figuren u. a. dargestellt.

Oft durchläuft auch der Embryo in diesen Schalen einen Teil seiner Entwicklung, um früher oder später auszuschlüpfen (Figur 111). Die Larve eines Wurmes entschlüpft dem Ei. Der Deckel des Kruges wird aufgeklappt; die Hülle bleibt zurück.

Während sich das Ei zu seiner Gestalt heranbildet, findet ein Vorgang statt, der sich auch bei der Samenreifung vollzieht. Er besteht darin, daß gewisse Kernteile durch Trennung auf die Hälfte reduziert werden. Diese Reifeteilungen, deren Details wir hier nicht näher anführen, bringen bei Ei und Samen eine solche Kernbeschaffenheit zustande, daß eigentlich Eikern und Samenkern in dieser Hinsicht quasi als «Hälften», als halber Bestand eines Ganzen erscheinen. – Die Eibildung hat somit eine Zone der Proliferation, dann des Wachstums und der Reifung durchlaufen; die Eihüllen haben sich gebildet und ihre Differenzierung erlangt. Damit ist die Entwicklung der Generation nach der einen Seite hin beim reifen Ei angelangt.

Zunächst durchlaufen die Zellen bei der Samenbildung ebenfalls eine Keimzone; es handelt sich um ein «gleichartiges» Geschehen, indem sich die Zellen teilen und so vermehren; es folgt eine Wachstumszone; allerdings nicht in dem Umfang wie bei den werdenden Eizellen. Dann treten die Zellen in die Reifung ein, die sich als Reduktion von Kernteilen vollzieht. Während aber das Ei bei den Reifeteilungen schon weitgehend seine Gestalt haben kann, erfolgt nunmehr bei den Samenzellen eine Metamorphose, die erst zum eigentlich reifen Samen (Spermatozoen) führt. Diese Verwandlung ist durchgreifend und verändert die Bildung radikal. Die ganze Zelle wird davon ergriffen; Teile derselben werden umgelagert und umgruppiert, in ihrer Form ganz verändert, neue werden hervorgetrieben, andere abgestoßen. Es entsteht gleichsam ein ganz anderer «Organismus». Das Resultat dieser im höchsten Grade das Erstaunen erregenden Umwandlung ist ein bewegliches, mit einer Geißel frei herumruderns Geschöpf, im einfachen Fall vorne «kopffartig» wie eine Stecknadel verdickt; nach hinten zieht sich der Schwanz aus, der im wesentlichen ein Axenfaden, ein mit Bewegungselementen versehenes Axenorgan ist. Durch das ganze Tierreich, bei großen Pflanzengruppen, bei Einzellern tritt überall unter mancherlei Abwandlung dieser Schwärmling auf. Figur 112 zeigt Spermatozoen recht verschiedener Tiere in starker Vergrößerung. (A Qualle, B Stachelhäuter, C Ringelwurm, D Schnecke, E Manteltier, F Pferd.) Auffallend ist, wie stark die Spiraltendenz an diesen Spermatozoen hervortritt. Der «Kopf» kann Spiralförmigkeit haben; ein Saum,

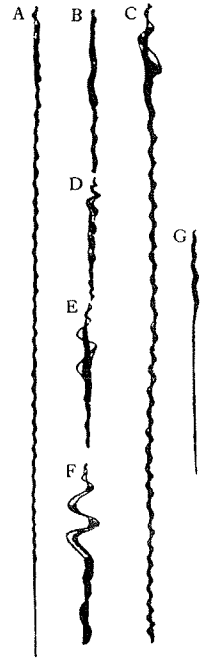
der sich daran ansetzt, verläuft in einer Spirale. Um den Axenfaden kann sich ein «Flossensaum» anlegen, der ebenfalls spiralig verläuft. Ebenso kann das Mittelstück, zwischen Kopf und Axenorgan, Spiralform haben. Auch wellenförmig kann sich der Flossensaum längs des Schwanzes hinziehen. Figur 113, Spermatozoen einiger Vögel. A Schwalbe, das Gebilde ist ganz dargestellt; bei den folgenden ist nur der vordere Teil angegeben. B Grasmücke, C Buchfink, D Laubvogel, E Grünfink, F Fliegenfänger, G Neuntöter. Man sieht deutlich die Schraubenlinien um die Spiralköpfe, sowie den Spiralsaum; auch im Verlauf der Axe wickelt sich eine Spirale ab. Eine wellenförmig verlaufende Membran zeigt sich beim Salamander (Figur 114). Interessant ist, daß bei Spermien die eine abweichende und starrere Gestalt haben, sich auch strahlige Formen herausbilden, wie etwa beim Flußkreb (Figur 115).

Natürlich tut sich hier ein ganzes Reich von Figuren auf; doch darf es als durchgehend charakteristisch bezeichnet werden, daß ein strahliges oder axenartiges und in den meisten Fällen bewegliches Lebewesen als Spermatozoon auftritt. Zumeist bewegt es sich selbständig, immer in flüssigem Milieu schwimmend. Die Geißel kann schlagende oder rotierend peitschende Bewegungen ausführen; durch die wellenförmige Membran laufen von vorne nach hinten flimmernde Bewegungen; die Spiralsäume erzeugen eine umdrehende Bewegung, so daß das Spermatozoon in Spirallinien schwärmt. Man kann mit einem gewissen Recht davon sprechen, daß dieses Geschöpf an die Geißelträger (Flagellaten) erinnert; nur sind diese unter den Einzellern richtige, selbständige Arten. Unbefangen betrachtet erscheint dieses Gebilde wirklich wie eine *Lebensform* für sich. (Auch gewisse reife Eier ähneln der *Lebensstufe* von bestimmten gehäusebildenden Einzellern).

Die Entwicklung führt *im Felde der Generation* zum reifen Ei und zum reifen Samen (Spermatozoon); sie weicht nach zwei Richtungen radikal auseinander und prägt die Extreme so stark aus, daß die Endergebnisse (Ei und Samen) für sich allein nicht «weitermachen» können; eine Weiterentwicklung ist nicht möglich; aber auch ein Weiterbestehen nicht. Wenn die Stufe der vollständigen Ausreifung und Ausgestaltung erlangt ist und die Polarität sich voll ausgebildet hat, geht jeder Teil, *wenn er für sich bleibt*, zugrunde. Ein ganz neuer Impuls, der eine Vereinigung und eine neue Entwicklung einleitet, der aber damit die Polarität aufhebt, tritt ein (zunächst als Befruchtung und Furchung). Das Wesen dieses neuen Impulses, der die zwei Lebensformen aufhebt und die Lebensform des Keimes begründet, der als Embryo ja nicht ein Doppelwesen, sondern das eine einheitliche «kindliche Geschöpf» (Hertwig) ist, soll erst im Zusammenhang mit der fortgeführten Typusschilderung in einem späteren Teil zur Sprache kommen. Doch muß eben durchaus im Auge behalten werden, daß ein solcher Einschlag eintritt. Bis dahin ist alles auf polare *Auseinanderentwicklung* angelegt. Dahin gehört auch, daß in der Entwicklung der Keimzellen keine Selbstbefruchtung auftritt. Die Wege der Evolution werden auseinandergewiesen. Auch auf die interessanten Erscheinungen bei Zwittern und Zwitterdrüsen soll in diesem Zusammenhang hingewiesen werden. Das «*Auseinander*» kommt gestaltlich, funktionell, räumlich und zeitlich zum Ausdruck; zu diesen Erscheinungen des «Auseinander» steht dann im

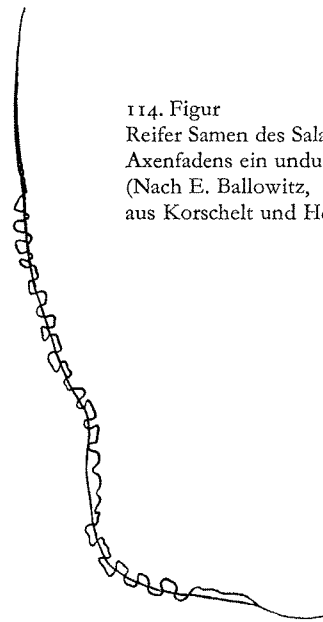
113. Figur

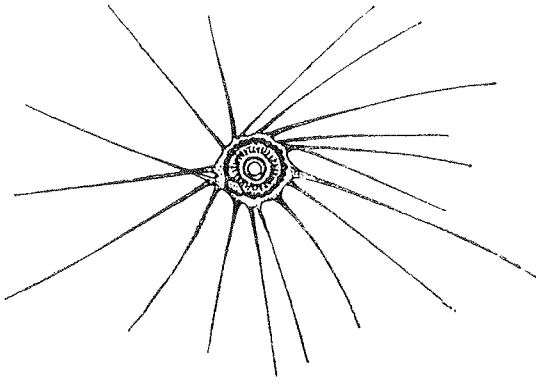
Spermatozoen verschiedener Vögel. A ist ganz dargestellt, bei den übrigen Figuren nur der vordere Teil. Die Spiralbildungen an den Köpfen, am Axenfaden, sowie die Spiralsäume sind deutlich zu sehen. Die Wesen bewegen sich in Spiralen vorwärts. A Schwalbe. B Grasmücke. C Buchfink. D Laubvogel. E Grünfink. F Fliegenfänger. G Neuntöter. (Nach E. Ballowitz, aus Korschelt und Heider 1902.)



114. Figur

Reifer Samen des Salamanders. Längs des Axenfadens ein undulierender Saum. (Nach E. Ballowitz, aus Korschelt und Heider 1902.)





115. Figur
Spermatozoon des Flußkrebss.
Auch diese starre Gestalt (im Vergleich
zu den anderen Spermatozoen) hat strahligen,
axenartigen Charakter.
(Nach Grobben,
aus Claus-Grobben, Zoologie 1917.)

Gegensatz, was im Weitergang der Entwicklung erfolgt, was hier wiederholt «neuer Impuls» genannt wurde.

Aus all diesen Verhältnissen und Vorgängen kann vieles für einen allgemeinen Entwicklungsgedanken gewonnen werden. In diesem Sinne sei deshalb eine allgemeine Bemerkung eingefügt. Obwohl es sich um ein umschriebenes Gebiet handelt, kann man hier vieles lernen. Man kann erkennen, daß die Evolution nicht nur in einer geraden Linie fortläuft, sondern recht eigenartige Bewegungen ausführt. Es entstehen *zugleich* Gegensätze; die Evolution bewegt sich innerhalb *eines* Geschehens, das durchaus *einer* Stufe des Lebensprozesses entspricht und *einem* System angehört, *zugleich* in entgegengesetzter Richtung; sie läuft auf solche Weise bis zu hochgradig differenzierten Endprodukten. Die echte Polarität wird dann aufgehoben; ein neuer Einschlag bringt die Fortbildung. Der Entwicklungsgedanke kann daran anknüpfen und in anderen Gebieten ähnliche Vorgänge finden. In *einer* Richtung kann sich beispielsweise eine entschiedene Bildung erzeugen; *zugleich* aber ist in demselben Gebiet – vielleicht räumlich getrennt – eine Gegenbildung nach einer *anderen* Richtung im Entstehen. Die Differenzierung nach *einer* Seite läßt z. B. nach der *anderen* eine ganz indifferente Partie zurück. Eine Vorwärtsbewegung in der Entwicklung ist mit einer Rückwärtsentwicklung verbunden; ein «Aufwärts» mit einem «Abwärts» etc. Durch solche gleichzeitigen polaren Evolutionen entstehen scheinbar Störungen der Einheit, in Wirklichkeit doch wieder Gleichgewichtszustände, Ausgleiche. Ein Pendeln um Gleichgewichtslagen setzt ein; dabei ergibt sich die Möglichkeit zu neuen Entwicklungseinschlägen, «Mittelpunktsimpulse» entfalten sich, wodurch neue Evolution erzeugt wird. Wer solche Dinge als Spekulationen abtut, der hört die Sprache der Tatsachen nicht. Denn gerade gegenüber den Gegensätzen von reifem Ei und Spermatozoon werden solche Gedanken notwendig gefordert. Doch fällt es schwer, die Vorstellung *lebensvoll* zu bilden, daß diese räumlich getrennten und entgegengesetzten Bildungen nicht nur im selben Grunde wurzeln, sondern immerfort *einem* Geschehen zugehören, in gewisser Weise ein *Einheitliches*, *Eines* bedeuten. Wohl kann man sich sagen, daß sie schon durch die halbe Kernzahl quasi Hälften sind, die nur zusammen ein Ganzes ausmachen, daß sie allein nicht lebensfähig sind und deshalb eine biologische Einheit darstellen. Allein besonders lebensvoll ist diese Vorstellung noch nicht. Sie reicht nicht an das lebendig *Wirkende* heran. Der Weg dazu eröffnet sich, wenn man auf wichtige Erfahrungen der vorliegenden Biologie eingeht, die in das proteusartige Verwandeln der Natur hineinführen. Ein Beispiel sei herausgegriffen, es soll uns die Richtung weisen. Versuche haben bei gewissen Pflanzen und Tieren ergeben, daß *ein und dieselben Anlagen unter bestimmten Lebensbedingungen reife Eier hervorbringen, bei bestimmter Änderung dieser Lebensbedingungen erzeugen sie Spermatozoen*. Es offenbaren sich an diesen Anlagen, d. h. in ihrer Entfaltung, je nachdem *beide* Vermögen; sie stecken gleichsam *beide* darin. Das Vermögen, das die axiale Natur des Samens ausprägen kann, und das Vermögen, das die Hüllen- und Hohlformnatur des Eies bildet, sind beide zugleich da und stehen in korrelativem Verhältnis. In ihrer Morphologie, die sich durch die polare Ausgestaltung so prägnant kennzeichnet, erweisen sie sich als Glieder des Typus in einer *Modifikation, wie sie dem*

generativen Gebiet entsprechend und gemäß ist. Das eben lehren die erwähnten Versuche und Erfahrungen, daß die beiden Gestaltungen gesetzmäßig zusammengehören, daß sie unter gewissen Umständen in lebendige Wechselbeziehung treten, daß in der Verwandlung eine Grundgestalt schaffend auftaucht. Wenn wir den Typus in der Bildung von Arten und Tiergruppen wirken sehen, so schafft er im Zusammenspiel der drei Glieder, die wir bis jetzt beschrieben haben, indem er sich in diese gleichsam auseinanderlegt, dann wieder zusammenschließt, und so fort; doch hier erscheint er am Gebiet des Proliferierens und Reproduzierens. Dieses Gebiet selber wird gesteigert, indem sich die Typusgestaltung an ihm ausprägt. Das Spermatozoon – trotz seiner flagellatenartigen Lebensform – ist nicht einer Tierart gleichzusetzen; es ist vielmehr dem Gebiet der generativen Wiederholung (als «Hälfte» desselben) entnommen; ebenso das Ei. In dem Augenblick aber, da der Kern gar nicht halbiert wird, somit die Reifeteilung beim Ei unterbleibt, oder durch Einbehalten der schon abgetrennten Kernteile, durch Wiederaufnehmen derselben die Reifeteilung rückgängig gemacht wird (was tatsächlich zu beobachten ist), sind die *ganzen* Bedingungen für das Wirken des wiederholenden, reproduzierenden Gliedes des Typus im Ei, das jetzt nicht bloß Hälfte ist, vorhanden; dem Typusglied steht «ein Ganzes» zur Verfügung; es kann eine Entwicklung ohne Befruchtung bewirkt werden. Wir haben die Parthenogenese vor uns.

Daß die «Hälften» (Ei und Samen) dem Typusgebiet des Wiederholens, Reproduzierens angehören, ergibt sich auch aus der Tatsache, daß durch künstliche Maßnahmen die Tendenz zur Keimentwicklung auch an Keimzellen mit «halben Kernen» wenigstens hervorgehoben werden kann. Daß es Oscar Hertwig sogar gelang, unter entsprechenden Versuchsbedingungen *aus dem Samen eine Larvenentwicklung* anzubahnen! Diese künstlichen Produkte (künstliche Parthenogenese) stellen natürlich keine volle Lebensexistenz dar; sie sind ja auch unter abnormen Bedingungen erzielt worden. Es kommt aber in diesen Versuchen doch das wiederholende Gebiet des Typus und seine eigene Natur hervor, nachdem es durch die Formbildung des axialen oder des coeloförmigen Gebietes ergriffen und zur Polarität von Ei und Samen auch gestaltlich differenziert wurde.

Die Korrelation zwischen diesen Gegensätzen wird noch auf andere Art offenbar. Im Moment, da die Entwicklung in den Eipol verlegt ist, indem keine Reifeteilung, keine Kernreduktion erfolgt, da mit anderen Worten, Parthenogenese auftritt, kann sich korrelativ am axialen Pol eine Schwächung, Verminderung, Verkümmern geltend machen. «Als eine besondere Erscheinung, welche mit der Parthenogenese in irgend einem noch nicht aufgeklärten, ursächlichen Zusammenhang stehen muß, verdient noch erwähnt zu werden, daß bei den meisten parthenogenetischen Phanerogamen die Entwicklung des Pollens tiefe Störungen erkennen läßt. (Z. B. bei *Alchimilla*, *Taraxacum*, *Hieracium* usw.) Bei manchen Arten gehen schon die Pollenmutterzellen vor der ersten Teilung zugrunde, bei anderen gehen sie nur *eine* Teilung ein, und es desorganisieren sich erst die Teilprodukte, bei manchen endlich wird zwar die Tetradenbildung durchgeführt, liefert aber verkümmernde und sich nicht normal ausgestaltende Pollenkörner. Die fertigen Staubbeutel enthalten oft keinen Pollen mehr.» (Hertwig, Allg. Biolo-

gie 1923). Die Entwicklung, die sich bei der Parthenogenese ganz in das Ei verlegt, am Eipol sich entfaltet, umfaßt die Kräfte des reproduzierenden Typusgliedes ganz. Der Typus gestaltet dann hier am Keim in entsprechender Weise; am anderen Pol erlischt die Entwicklung.

Morphologie, Polarität und gesetzmäßige Wechselbeziehungen von Ei und Samen kennzeichnen das Wirken des Typus im Felde der Generation. Es ist ein Wirken des Typus in *besonderer* Form, das dann auch rückwirkend seinen Einfluß geltend macht auf die Organe und die Organsysteme des übrigen Organismus, ja auf diesen Organismus selbst. Damit erweitert sich die Erscheinungswelt dieses besonderen Wirkens. Jedoch ist der Typus eine Weltgestalt; er ist nicht geschlechtlich. Die generativen Verhältnisse, die wir geschlechtlich nennen, entstehen durch das Hereinragen jener Weltgestalt in das Gebiet der Reproduktion; sie sind eine besondere Erscheinungsform des Typus im Gebiet des wiederholenden Erzeugens. Die Morphologie dieses Gebietes, vor allem die Gestalt von Ei und Samen in reifem Zustand, trägt die Konturen der Grundgestalt und ist somit ein spezieller Abdruck dieser Weltgestalt.

ANMERKUNG. Es ist selbstverständlich, daß es an dieser Stelle nicht die Aufgabe sein kann, die ungeheure Fülle von Tatsachen auf diesem Gebiet im Sinne des Typus darzustellen. Deshalb wird auch keine Auseinandersetzung mit der Vererbungslehre angestrebt. Nur das eine soll erwähnt werden. Die Vererbungstheorie kommt auf ihre Weise zur Vorstellung, daß im Weiblichen Männliches, im Männlichen Weibliches als «Faktoren» enthalten sind, wobei jeweilen das eine Überwiegende erscheint, das andere nicht offenbar wird. Somit enthält nach dieser Theorie jeder Pol in sich auch den Gegenpol. Das Substrat, das diesen Faktoren gegeben wird, die Chromosomen und Gene, klären aber die Grundfrage der Polarität nicht auf; sie stellen den Forscher gerade wieder vor dieses Problem. Das Fragen fängt von vorne an, da die Gene und Chromosomen nicht Dinge a priori sind. Wir haben das Problem an der Morphologie von Ei und Samen aufgeworfen. Es ergibt sich das Wirken des Typus in *besonderer* Art auf einem *speziellen* Felde; doch ist es ein Wirken derselben Grundgestalt, die im allgemeinen Naturwirken waltet.

Die Chordaten

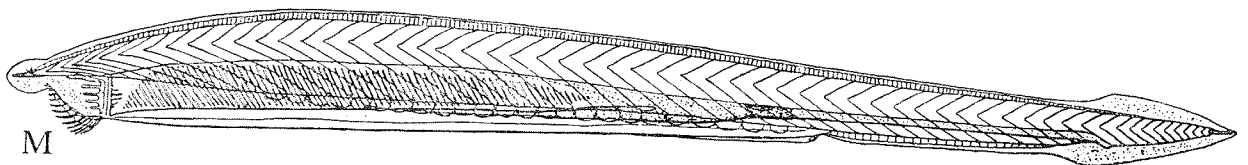
(*Manteltiere*

und Wirbeltiere)

Manchem, der an die hier zu besprechenden Verhältnisse herantritt, wird es wunderlich erscheinen, daß so verschiedene, dem Anblick nach sogar grundverschiedene Wesen, wie die Manteltiere und die Wirbeltiere, als Chordaten zusammengefaßt werden. Es sei nur an die bekannten Seescheiden, die zu den Manteltieren gehören, erinnert, an jene schlauch- oder bauchartigen Formen, die an der Unterlage festgewachsen sind und sich mit zwei Öffnungen nach außen entfalten. Von anderen Manteltieren soll nachher noch die Rede sein. Tatsächlich wurden diese Geschöpfe lange für molluskenartige Tiere gehalten. Man rechnete sie zu den Weichtieren und brachte sie mit den Muscheln zusammen, bis Kowalevsky (1866/1871), der geniale russische Naturforscher, die staunenerregende Tatsache entdeckte, daß in der ersten Keimbildung die Manteltiere sich wie die Wirbeltiere verhalten. Die Bildung der Gastrula, des Urdarmes, des Nervenrohres und vor allem der Chorda, die sich stabartig durch den Organismus in der Mittellinie hindurchzieht, vollzieht sich bei ihnen in derselben Weise, wie sie bei den Wirbeltieren gefunden wird; vor allem auch die Lage und Beziehung dieser Organe zueinander, entsprechen den Verhältnissen der Wirbeltiere. Diese ersten Schritte der Entwicklung sind also allen Tieren, die Chordaten genannt werden, gemeinsam. Die Manteltiere hüllen sich nun aber ringsum in ein mächtiges Organ, den Mantel, ein. Das ist der Weg, den sie in der Entwicklung einschlagen. Und zwar scheiden sowohl die festsitzenden Seescheiden als auch die freischwimmenden geschwänzten Manteltiere, sowie die Salpen und Feuerwalzen dieses umfassende Hüllorgan aus. Das, was die Manteltiere nicht mitmachen, ist der Einschlag der Metamerie. Sie gliedern ihren Organismus nicht in Urwirbel; in *keiner Weise* tritt eine solche Gliederung in Metamere auf; *nicht einmal in der Anlage deutet sich eine dahingebende Entwicklung an*. Daß sich an einzelnen Organsystemen Reihenordnungen herausbilden, wie z. B. am Kiemendarm der Manteltiere, hat mit der Segmentbildung des Rumpfes nichts zu tun. Als Organisations-

prinzip des Körpers tritt die Metamerie nicht auf. Das wird uns in seiner Bedeutung erst recht bewußt, wenn wir den Blick auf den Entwicklungsweg lenken, den, von jener ersten Anlage ausgehend, die anderen Chordaten einschlagen. Da tritt uns zunächst in dem Lanzettfischchen eine Gestalt entgegen, von der man füglich sagen kann, sie ist von der Metamerie durch und durch gebildet. Auf jener ersten Keimesstufe nach der Gastrulation, auf der sich die Chorda anlegt, das Nervenrohr einsenkt, falten sich vom Urdarm beidseits Furchen ab, die sich vertiefen; ihre Ränder schließen sich zusammen. Diese eingefalteten Höhlungen gliedern sich, von vorne nach hinten fortschreitend, zu den *Urwirbeln*. Das Lanzettfischchen wird in diesem Moment der Entwicklung vom Impuls der Metamerie erfaßt, der es ganz durchformt. In solcher Weise werden die verschiedenen Organe in gegliederten Folgen angelegt und ausgebildet, so daß sich eine Tierform gestaltet, die im höchsten Maß segmental ist (Figur 116). Aus dem Anblick ergibt sich schon, warum man diese Tiere «schädellos» genannt hat. Ganz vorne (in der Zeichnung links) beginnen die winklig nach vorne gerichteten Körpersegmente. In der vorderen unteren Körperhälfte sind durch feine, leicht schräge Striche die Kiemenspalten bezeichnet. Auch andere Organsysteme folgen der metameren Anordnung. Durch den ganzen Amphioxus zieht sich die Chorda; eine Wirbelsäule wird nicht angelegt. Wie es sich mit der Kopfllosigkeit verhält, werden wir später betrachten. Dagegen fehlen eindeutig die Gliedmaßen. Nicht einmal eine dahingehende, andeutende Anlage läßt sich bemerken. Das Lanzettfischchen ist extremitätenlos.

116. Figur
Schematische Darstellung des Lanzettfischchens. Die Metamerie beherrscht das Bild. Links M die Mundgegend. Die Körpersegmente (Ursegmente) sind nach vorne winklig gebildet. In der vorderen unteren Hälfte (leicht schräge, feine Striche) die Kiemenspalten; sie sind ebenfalls «metamer» geordnet, doch nicht im Rhythmus der Körpersegmente. Über den Rücken ein Flossensaum.
(Aus Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Band I 1931.)

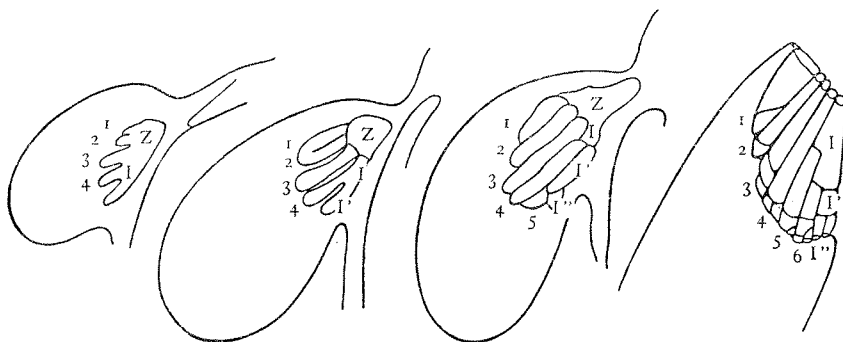


Ohne paarige Gliedmaßen erscheint auch eine weitere Gruppe von Chordaten: die Rundmäuler. (Beispiel: die Neunaugen, das Flußneunauge). Wie beim Lanzettfischchen sind die Flossenorgane unpaar; sie ziehen sich beim Neunauge in der Mittellinie in zwei Partien über den Rücken hin; die zweite Rückenflosse setzt sich in der Schwanzflosse fort; bei den Larven ist noch ein einheitlicher Flossensaum angelegt. Diese Tiere bewegen sich in wellenförmigem, schlängelndem Schwimmen fort; sie sind von wurmförmiger oder aalartiger Gestalt mit metamerer Gliederung. Die ungegliederte Chorda zieht sich durch ihren ganzen Körper hin; an ihr treten in segmentartiger Weise bei den Neunaugen die ersten knorpeligen Elemente einer Wirbelsäule auf. Auch begegnen wir bei den Rundmäulern einer Schädel-

ANMERKUNG. Die Chorda und ihre Weiterentwicklung, sowie ihre Beziehungen, die sich der Anschauung des Typus ergeben, werden im zweiten Teil behandelt werden.

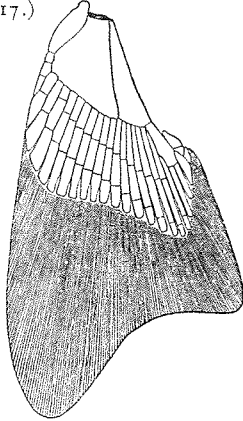
bildung, an der die Tendenz, Höhlen oder Kapseln zu bilden, erkennbar ist. Gehirn-, Nasen-, Gehör- oder Labyrinthkapseln sind zu unterscheiden; sie formen sich knorpelartig oder häutig heraus und treten miteinander in Zusammenhang. Schon in dieser Ausgestaltung gibt sich der Schädel als eine Bildung kund, die nicht metamerer Gesetzmäßigkeit unterworfen ist. Vielmehr ist es seine deutliche Natur, ein einheitliches, sich zusammenschließendes Gebilde mit Höhlungen, mit Sinneshöhlen, mit einer Gehirnhöhle hervorzubringen. Im unteren Abschnitt des Vorderkörpers findet sich aber eine Organisation mit durchaus metamerischem Charakter: es sind die Kiemen, die mit ihren Elementen (Kiemengängen, Kiemen, Kiemenbögen, Nerven und Gefäßen etc.) eine gleichartige Folge darstellen. Die Zahl dieser paarigen Organe in regelmäßiger Reihe beträgt bei den verschiedenen Rundmäulern 14–6 (bei den Lanzettfischchen finden sich über 100 Paare von Kiemenspalten). Wir halten fest: die Rundmäuler sind ohne Gliedmaßen; sie zeigen in ihrem Organismus metamere Gliederung; eine Schädelbildung tritt auf; unterhalb derselben liegen die paarigen Kiemenorgane; Kiefer werden keine entwickelt.

Bei den *Fischen* erfolgt ein neuer Einschlag: die paarigen Brustflossen mit dem Schultergürtel und die paarigen Bauchflossen mit dem Beckengürtel bilden sich heraus. Diese Organe können so entstehen, daß sich in der embryonalen Entwicklung beiderseits längs des Körpers zwei Leisten faltenartig erheben. An zwei Stellen, vorne und hinten, dringt in diese Seitenfalten Körpergewebe ein, das sich als Anlage verdichtet und sich nach und nach zum inneren Gürtel, zu den Basisstücken und zu den Strahlen der Flosse differenziert. Von links nach rechts sind in Figur 117 vier Stadien aus der Entwicklung der Vorderflosse vom Stör wiedergegeben. Zuerst die einheitliche Anlage, an der sich aber bereits eine strahlige Differenzierung hervorhebt. Nach der inneren Seite, körperwärts entsteht der Schultergürtel (z), der beim vierten Stadium (rechts) nicht mehr mitgezeichnet ist. Immer deutlicher treten die Strahlen 1–6 hervor; I, I' bezeichnen den Stammstrahl, I das Basisstück. Während dieser Teil der Flosse von innen her, vom Körpergewebe geliefert wird, entsteht außen von der Haut her ebenfalls ein Flossenteil. Bei den verschiedenen Fischabteilungen ent-



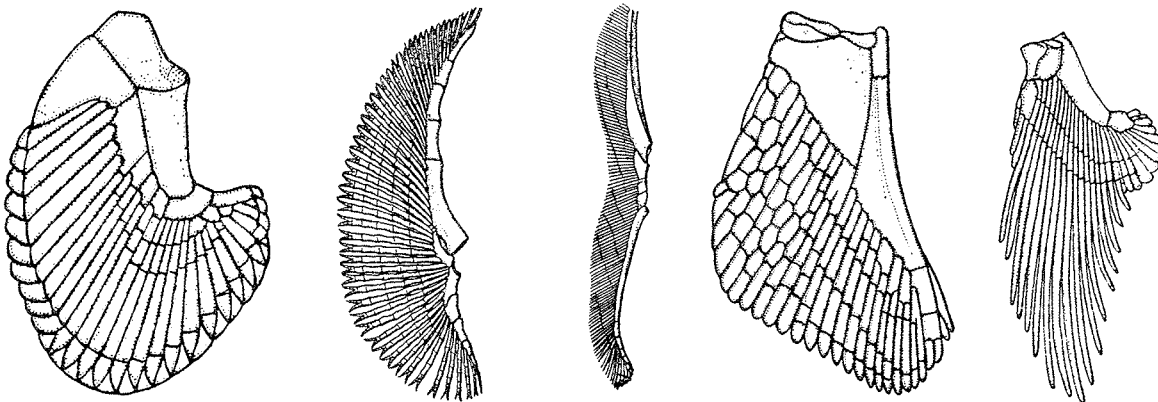
117. Figur
Entwicklung des Skelettes der Vorderflosse vom Stör. Z Schultergürtel. 1–6 Anlagen der Strahlen, I das Basisstück, I' der Stammstrahl und sein Endglied I''. Dies ist der Teil der Flosse, der von innen gebildet wird. Er geht aus einer einheitlichen Anlage hervor. Am Schultergürtel setzt die Strahlenbildung an. (Nach Mollier aus Braus, Korschelt und Heider 1936.)

118. Figur
 Skelett der linken Brustflosse vom Dornhai.
 Die obere Partie in der Zeichnung entspricht
 dem Teil der Flosse, welcher im Körper sich
 anlegt, wie es die 117. Figur für den Stör zeigt.
 Die feinen Strahlen (in der Zeichnung gegen
 unten) entstammen der Haut. Es verbinden
 sich zur Flosse äußerer und innerer Anteil.
 Sowohl der innere, wie der äußere hat
 Strahlennatur, jedoch ist das Zahlenverhältnis
 der inneren zu den äußeren Strahlen bei den
 Haiifischen nicht 1:1 oder 1:2.
 (Aus Claus-Grobben, Zoologie 1917.)



119. Figur
 Brustflossen verschiedener Knorpelfische
 (Haie, Rochen u. a.) veranschaulichen die an
 den Grund- oder Basisstücken ansetzenden
 Strahlen; doch stehen diese serial geordnet
 in wiederholender Folge. Ihrer Natur
 nach sind sie «axial». Die Beispiele zeigen
 einige Abwandlungen dieses Motives.
 (Nach Gegenbaur, 1865 und 1873, aus
 Handbuch der vergleichenden Anatomie
 der Wirbeltiere, Band V 1938.)

stehen diese äußeren, äußersten Flossenstrahlen in verschiedener Weise; immer aber verbinden sie sich mit den im Inneren sich erzeugenden, knorpeligen oder knöchernen Strahlen. Figur 118 zeigt die linke Brustflosse vom Dornhai ohne Schultergürtel. Die feinen Strahlen sind von der Haut her entstanden; die inneren Teile sind als Basisstücke mit ihren Strahlen aus einer Anlage hervorgegangen, wie es beim Stör beschrieben wurde. Das vollausgebildete Organ (Figur 118) erscheint einheitlich, ist aber genetisch aus einer äußeren und einer inneren Anlage entstanden. Was von außen, von der Haut her sich bildet, vereinigt sich mit dem aus dem Inneren Kommenden. In der allermannigfaltigsten Art, unter Abwandlung aller Variationen erscheinen die Flossen der Fische. Auf den ersten Schultergürtel, diesen verdrängend, legen sich neue sogenannte Deck-Knochen an; aus der Haut gestalten sich weitere Elemente zu äußeren Strahlen um. Zu langen Säumen, zu Einzelstacheln oder mächtigen Dornen, zu flügelartiger, weicher oder harter Beschaffenheit können die Flossen umgebildet werden. Es muß erwähnt werden, daß sich die *unpaaren* Flossen des Rückens und des Schwanzes in wesentlich ähnlicher Art bilden, wie die *paarigen* Flossen; in allen sind die *Flossenstrahlen* charakteristisch. Doch treten diese axialen Gebilde bei den Fischen mit einer besonderen Nuance auf. Die Strahlen sind in Reihen angeordnet, wie es die Beispiele von mehreren Knorpelfischen zeigen (Figur 119). Nicht im Sinne der Körpermetamerie, aber im weiteren Sinne sind alle diese axialen Flossenstrahlen «metamer», in Wiederholung angeordnet. Die Flossenfläche besteht aus einer Serie von Radien. Wir haben Bildungen vor uns, wo die *axiale Natur von der Gesetzmäßigkeit des Metameren, des Gliedernden* ergriffen ist. Damit kommen wir zu einer wesentlichen Charakteristik der Fische. Diese Strahlenbildung ist nicht nur bei den Flossen vorhanden. Es besteht eine Eigenart im Bau des Fischkörpers, die man eigentlich als «Strahlentendenz» bezeichnen könnte; sie steigert sich außerordentlich im Stamm der Fische. An der Wirbelsäule, auf den Kiemenbögen, zwischen den Muskelplatten bildet die Fischnatur Radien, Gräten, Fortsätze, Spitzen usw. als *serial auftretende Strahlensysteme* aus. Damit im Zusammenhang sind Muskeln, Nerven, Gefäße segmental angeordnet.

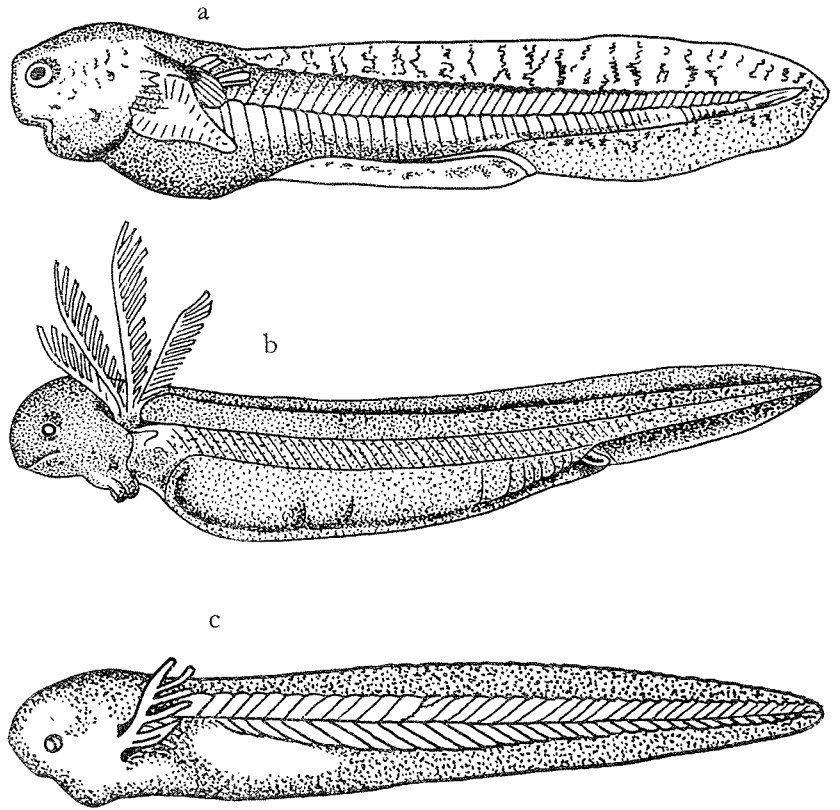


Am Schädel finden wir die Sinneskapseln für Auge, Nase und Labyrinth, sowie die Gehirnhöhle. Während dieser Teil der Kopfregion den Nerven-Sinnes-Schädel darstellt, erscheinen in ihrer unteren Partie die Kiemenbögen, die sich zum Teil mit dem Schädel verbinden. Die vorderen werden zu Kieferorganen umgewandelt; die hinteren bleiben bei den Fischen *gleichartig* und tragen die Kiemen. Bei der ungeheuren Erscheinungsfülle im Fischreich kann es sich immer nur darum handeln, einzelne Aspekte herauszugreifen. (Da hier vor allem morphologische Gesichtspunkte geltend gemacht werden, sollen andere Organsysteme und ihre Physiologie zunächst nicht betrachtet werden.) Als wesentlich halten wir bei den Fischen fest: die hochgradige Strahlenbildung, die an mehreren Stellen, in mehreren Regionen des Skelettes und auch an der Haut hervortritt; sie erscheint vorwiegend in Reihen und Serien, so daß axiale Gebilde «metamerer» Wirksamkeit unterworfen sind. Die Flossen, paar und unpaar, sind dafür ausgeprägte Beispiele. Die Wirbelsäule gestaltet sich in der Fischentwicklung prägnant heraus; an den Wirbeln finden sich Bogen- und Fortsatzbildungen; auch Rippen entstehen. Die Gleichartigkeit der Teile des Kiemenapparates besteht weiter; die vorderen treten in die Kieferbildung ein. Das Nerven-Sinnes-Cranium (Schädel) umschließt die Sinne des Kopfes und das Gehirn. Die «metameren» Ordnungen im Körper der Fische gewinnen dadurch noch an Ausdehnung, daß die Neigung besteht, Bögen, Fortsätze, Strahlen auch noch *in sich selber* zu gliedern und in der Längsrichtung aufzuteilen.

Ganz besonders können wir Eigenart und Natur der Fischflosse ermes- sen, wenn wir zur Extremitätenbildung anderer Wirbeltiere über- gehen und sie mit jener vergleichen. Diesen Übergang können wir bei den Amphibien gut beobachten. In Figur 120 sind drei Larven abge- bildet: a vom Flösselhecht, b von einem Lungenfisch und c von einem Frosch. Die drei Gestalten gleichen sich durchaus. Die langgestreckte Form ist in der Mittelebene ringsum von einem Flossensaum um- geben; bei b und c sind die äußeren Kiemen sichtbar; vorne sind die Kopfanlagen. Bei b sind vorne unterhalb des Kopfes und hinten un- ten gegen das Schwanzende kleine Erhebungen zu bemerken: die Gliedmaßenknospen. Während sich aus a und b Fische entwickeln, geht aus c ein Frosch hervor. In dieser Metamorphose treten *4 Beine* auf. Damit kommt gegenüber den Flossen ein neuer Einschlag zur Entfaltung. In Figur 121 ist wieder eine Larvenform dargestellt, die Kaulquappe einer Kröte. Die hintere Extremität wächst hervor, wäh- rend das Flossenschwanzorgan noch voll entwickelt ist. Zwei Welt- gebiete sind durch diese Gebilde repräsentiert; wie verschieden sind die beiden Organe! Während sich die Flosse flächenhaft in Wellen- bewegung im Wasser bewegt, oder die Brustflosse der Fische ihre Fläche wendet und dreht gemäß den Gesetzen der Bewegung im Was- ser, treten durch die Extremitäten reine Raumkonstellationen von Axen auf. Das Gerüst, das durch Schulter- und Beckengürtel, durch die Längsknochen des Ober- und Unterarmes, des Ober- und Unter- schenkels, durch Hand- und Fußwurzel, Mittelhand, Mittelfuß, Finger und Zehen gegeben ist, wird vom Kräftespiel der Muskeln in Verbin- dung mit Sehnen und Bändern in eine axiale Gestalt gebracht, dann zu anderer axialer Gestalt umgeändert, bald als Gestalt festgehalten,

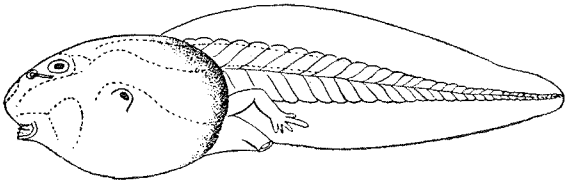
120. Figur

a Larve vom Flösselhecht, b von einem Lungenfisch, c von einem Frosch. Die drei Gestalten sind in der *Gesamtform* ähnlich; ferner haben sie äußere Kiemen und einen Flossensaum. Gliedmaßen sind noch keine entfaltet. In b sind sie als kleine Knospen zu sehen. (a nach Kerr und Budgett, b nach Kerr, c nach Hertwig, aus Korschelt und Heider 1936.)



121. Figur

Kaulquappe einer Kröte. Die Hintergliedmaße sproßt hervor. Das Schwanzorgan ist noch vorhanden. Indem jene sich entfaltet, wird dieses abgeworfen. Die Umwandlung vollzieht sich von einer Grundstufe tierischer Existenz zur andern. Axiale Gesetzmäßigkeit wird im Gliedmaßenskelett ausgeprägt. (Nach Boulenger, aus Ziegler, Korschelt und Heider 1936.)



bald als Gestalt bewegt usw. Das Gerüst, die Architektur ist da; diese wird durch Kraftentfaltung in sich, gegenüber der Schwere, gegenüber dem Boden, am Geäst, ja an der Luft zu einer *Bewegungsgestalt* gesteigert. Die Raumgestalt oder Raumkonfiguration wird ins Raumschehen gebracht und zur Kraftgestalt gewandelt. So entsteht im Spiel der Gliedmaßen ein Ballen und Strecken, ein Klammern und Schnellen, ein Stemmen und Schwingen, wobei durch Sehnen, Bänder und Gelenkformen gewisse Konstellationen bald fixiert, starrgemacht, bald im Schwunge gelöst und freigemacht werden. Wo Gliedmaßen wirken, sind im Raume sich auslebende Kraftgestalten vorhanden, wobei die Kräfte aus und an Raumgebilden, eben den Skeletten, aufleben. Wer sich dem Eindruck der Knochenformen, ihrer Durchgestaltung (den Trajektorien) hingibt, wird in dieses Wesen der Raumkräfte und Krafräume hineingezogen. Wesentlich ist, daß diese Beziehungen von Form, Raum, Kraft *durchlebt* werden; dann wird das Reich der Extremitäten erst in seiner vollen Wirklichkeit erscheinen.

Durch Entfaltung der Gliedmaßen entstehen unter den gegenwärtigen Amphibien als vorwiegende Beintiere die Frösche. In einer solchen Tiergruppe, wie es die Amphibien sind, wird man aber durch Verwandlung von Form zu Form geleitet. Da treten Tiere auf, die noch auf der Larvenstufe verharren, auf dieser sich fortpflanzen, wie der Axolotl, der aber unter bestimmten Umständen sich zur vollentwickelten Molchform umwandelt. Bei anderen Lurchen können die Gliedmaßen verkümmern, ja ganz schwinden, wie bei den Blind-

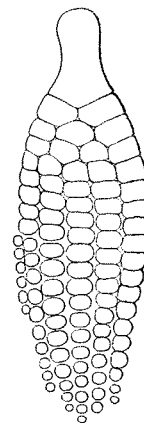
wühlen. Eine Mittelgestalt ist der Salamander. Doch auch unter den salamanderartigen Schwanzlurchen lebt das Formenspiel wieder auf; da können aalartige Geschöpfe hervorkommen mit kümmerlichen Beinen, wie der Aalmolch; andere verlieren völlig die Hintergliedmaßen, wie der Armmolch. — Dieses Umwandeln und dieses sich immer wieder Entfalten aller Formtendenzen treffen wir auch in den weiteren Stämmen der Wirbeltiere; doch erheben sich da die Gliedmaßen immer mehr zu starker, ausgeprägter und vollendeter Ausbildung. Bei den Reptilien breitet sich ein mächtiger Fächer von Tierformen aus, welche das Gliedmaßenskelett kräftig und vielartig herausbringen. Wenn wir die ausgestorbenen Formen mitberücksichtigen, so erheben sich gewisse Kriechtiere vom Boden; aus den sich hinschiebenden, seitlich fortstemmenden und sich fortwindenden Geschöpfen werden laufende Tiere; die Hinterbeine werden zu Sprungbeinen; baumlebende Formen kommen hervor; Flugsaurier in verschiedener Richtung entfalten sich; Kolosse bewegen sich schwer dahin; Riesenformen ragen auf. Die heutigen Reptilien geben kein Bild der einstigen Stammesentwicklung in uralter Zeit; doch auch sie weisen in den schalenbildenden Schildkröten, den gliedmaßenlosen Schlangen, dann wieder in den Eidechsen und Krokodilen ein fächerartiges Ausbreiten ihrer Schöpfung auf.

Mit durchgreifender Macht wirkt an diesen Organismen die Herausbildung der Gliederaxen. An einem Beispiel und an einem Gegenbeispiel wird uns das anschaulich. Figur 122 stellt das Armskelett eines Krokodiles dar. Oberarmknochen, Unterarm, Handwurzel, Mittelhand und Finger sind in typischem Strahlengang zu erkennen. Figur 123 bildet das Gliedmaßenskelett eines ausgestorbenen Flugsauriers ab. Es sind *dieselben* Knochen wie in Figur 122, nur sind sie zur Flosse umgewandelt. Nur der Oberarmknochen gibt sich noch als besonderes Knochenstück zu erkennen; die anderen Knochen werden gleichartig, folgen sich in einer Reihe und vermehren sich in dieser Folge. Die Beispiele können uns noch einmal die axiale Natur einer Gliedmaße und das Metamerisierende, das in der Flossenbildung wirkt, in entsprechender Weise auf der Stufe der Reptilien vor Augen führen.

In großartiger Polarität steigert sich das Gliedmaßenskelett im Zusammenhang mit dem ganzen Organismus bei den *Vögeln* und bei den *Säugetieren* zu hoher Vollendung. Bei jenen wird nicht nur das Skelett der vorderen Gliedmaße axial gesteigert, sondern auch die Haut, das heißt ihre Abkömmlinge, werden in eine strahlige Natur, zum Gefieder umgewandelt. Indem so die echten Flieger unter den Vögeln gleichsam ganz in das Luftelement ausstrahlen, werden sie zugleich auf eigenartigste Weise nach innen eine Hohlform für die Luft. Von der Lunge ausgehend setzen sich Bronchien in Luftsäcke fort, die sich im Körper zwischen Muskeln und Eingeweiden ausbreiten und sich bis in die Knochen hinein erstrecken; sogar Wirbel werden pneumatisiert; in den Knochenhöhlen wird Knochenmark rückgebildet. Ja, im Grunde ist in jeder Feder die eigenartige Doppelnatur des Vogels vorhanden: Strahlenfigur und Hohlrohr. — Bei den Säugetieren wird im Schwerefeld ein wunderbares Knochengebäude erzeugt, das aber bei den edelsten dieser Tiere ganz in die Bewegungsform übergeht, so daß sie sich im Schwunge derselben aus der Schwere heben.

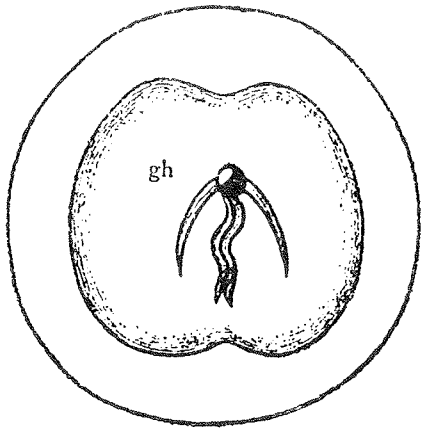


122. Figur
Armskelett eines Krokodils. Die Strahlbildung entfaltet sich: Oberarm-, Unterarm-, Handwurzel-, Mittelhand- und Fingerknochen. (Aus Gegenbaur, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere 1898.)

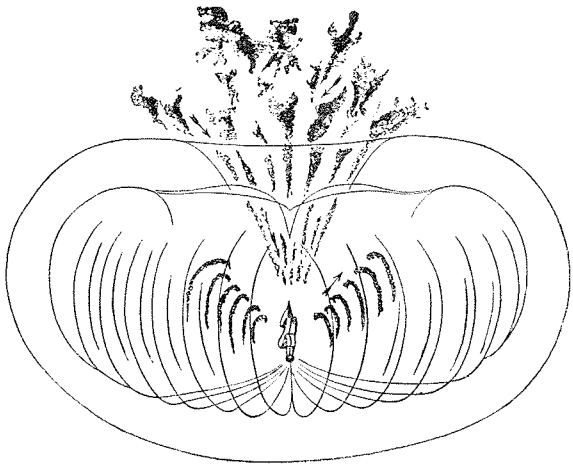


123. Figur
Gliedmaßenskelett von einem Flugsaurier. Der Oberarmknochen hebt sich noch heraus; die übrigen Knochen werden gleichartiger und bilden eine «metamere Folge». (Aus Gegenbaur, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere 1898.)

124. Figur
Manteltier (Appendicularie) in seinem Gehäuse.
Dieses entspricht dem Mantel der festsitzenden
Seescheiden. Es wird von dem Tier immer
wieder gebildet. gh bezeichnet die Höhle;
das Gehäuse ist eine reine Hohlform.
(Bronns Klassen und Ordnungen
des Tierreiches, Tunicata [Manteltiere] 1907.)



125. Figur
Manteltier (Appendicularie) in seinem Gehäuse.
An der Stelle, wo die Meridiane zusammen-
laufen, befindet sich das Tier. Es ist klein im
Verhältnis zum Gehäuse. Die Pfeile geben die
Wasserströmung an. Das Gehäuse wird immer
wieder vom Tier gebildet.
(Aus Bronns Klassen und Ordnungen des Tier-
reiches, Tunicata [Manteltiere] 1894.)



Nachdem wir in kursorischer Art die Gruppen der Chordaten durchgegangen haben, sollen im folgenden bei einigen Abteilungen verschiedene Aspekte im einzelnen geltend gemacht werden, die zur weiteren Charakterisierung dienen sollen. Dabei bleiben natürlich andere Gesichtspunkte unberücksichtigt; vor allem wird in diesem Zusammenhang das Wesen der Stufenfolge (Fische-Amphibien-Reptilien usf.) nicht erörtert. Was herausgegriffen wird, ist als Aperçu gedacht, um die Art, wie der Typus im Chordatenstamm erscheint, herauszuarbeiten.

Manteltiere. Während die Manteltiere in ihrem Körperbau *selbst nicht metamer gegliedert* sind, kommt das Prinzip der Wiederholung und der proliferierenden Gliederung bei ihnen im eminentesten Maße in der ungeschlechtlichen Fortpflanzung hervor. Bei den Seescheiden, Salpen und Feuerwalzen sprossen die Nachkommen oft in unglaublicher Weise hervor. Es bilden sich Tierstöcke oder Kolonien, teils festsitzender, teils flottierender Art aus, wie etwa die Salpenketten oder die zylindrisch geformten, nachts aufglänzenden Feuerwalzen. Das Knospen und Sprossen beschreitet Wege, die zum Interessantesten gehören in der Art, wie Nachkommenwesen am Organismus der Vorfahren aus verschiedenen Organen oder in Fortleitung der Organe hervorgetrieben werden. Bei diesen Gruppen herrscht Generationswechsel: die eine Form entsteht auf geschlechtliche, die andere auf ungeschlechtliche Weise; beide Formen sind aber Erscheinungen ein und derselben Art. Gerade an den Zyklen des Werdens, wie sie besonders bei den Manteltieren sich entwickeln, läßt sich beobachten, wie die Typusformen innerhalb des Gebietes der Generation in einer speziellen Gestalt auftreten.

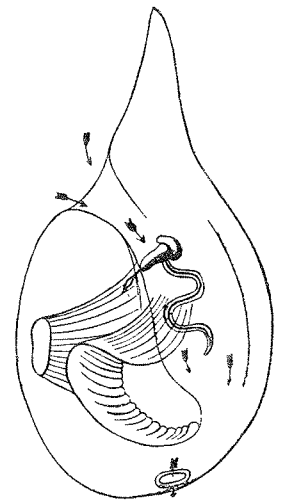
Ein einmaliges Organ der Manteltiere ist der *Mantel*. Er ist natürlich nicht identisch mit dem Mantel der Weichtiere; denn er entsteht ja in einem ganz anderen Zusammenhang der tierischen Entwicklung. Trotzdem war er mit ein Grund, daß diese Geschöpfe lange für Mollusken gehalten wurden. Er stellt eine das Tier rings umschließende Hülle dar, die von der Oberfläche ausgeschieden wird. Wir wollen ihn bei den Seescheiden und den geschwänzten, frei schwimmenden Manteltieren näher betrachten; doch ist dieses Organ bei allen hierher gehörenden Geschöpfen ausgebildet, auch bei den Feuerwalzen, wo es den ganzen Tierstock hüllenartig einfaßt.

Bei den festsitzenden Seescheiden wird der Mantel ausgeschieden, ob sie sich einzeln entwickeln, oder ob sie in Stöcken kolonienweise zusammenleben; im letzteren Fall stecken die einzelnen Personen im Mantelgewebe gemeinsam darin. Zuerst ist die Hülle klar, gallertig; sie wird aber fester, konsistenter und lederartig. Sie bildet sich gewebeartig um; Faserzüge, Gefäße, Zirkulationssysteme treten darin auf. Auch Spicula in diverser Form, wie Blätter, Blüten oder Strahlen werden abgelagert. Aber gerade an einer solchen Einzelheit lernen wir die Eigenart des Mantels kennen. Die Spiculae bei den Spongien sind skelettbildend, architekturbildend; bei den Manteltieren sind sie oft dicht ins Gewebe eingestreut, ohne jedoch das Tier zu gestalten oder die Hülle formgebend zu durchdringen. Diese ist wirklich reines Hüllorgan. An ihrer Oberfläche ragen Fortsätze, auch Stacheln hervor, doch nie das Ganze durchschießend oder zu einer Gesamtgestalt kristallisier-

rend. Dagegen bilden sich auch Platten über die Oberfläche hin; es werden «schildkrötenähnliche» Schilde beschrieben, die das Tier außen abschließen. Und da die Natur immer wieder den ganzen Umfang ihrer Existenz abschreitet, so bringt sie auch eine Gattung festsitzender Seescheiden mit Schalenklappen und Scharniergelenk hervor; denn dies ist eine ihrer Erscheinungsformen im coeloförmigen Gebiet. «Auf den ersten Anblick erinnert diese Ascidie (Seescheide) an eine mit zwei Schalenklappen versehene Muschel. Der äußere Cellulosemantel bildet nämlich zwei schalenähnliche, ziemlich harte, horn- oder knorpelartige, starre Verdickungen. Die hintere, weitaus größere umhüllt den größten Teil des Körpers und ist festgewachsen. Die kleinere liegt ihr wie ein Deckel auf und ist beweglich, in der Weise, daß sie vorn rechts durch ein horizontal verlaufendes Gelenk mit der hinteren Schale sich verbindet und bei Kontraktion des Vorderkörpers des Tieres von rechts nach links zuklappt . . . Dieser Verschluss des Deckels erfolgt durch besonders differenzierte Muskeln der Leibeshöhle, die sich in der Nähe des Scharniers ansetzen.» (Bronn, Seeliger, 1894.) So erzeugt sich aus dem Mantel auch diese Erscheinungsweise der Hohlformnatur. In dem Zitat findet sich die Tatsache erwähnt, daß eine Substanz, die mit der pflanzlichen Zellulose verglichen wird, in dem Mantel ausgeschieden wird. Man könnte deshalb auf dieser Stufe der tierischen Entwicklung nicht von Verhornung, Verkalkung oder Verkieselung im üblichen Sinne sprechen, sondern eher von «Verholzung».

Bei den frei schwimmenden, mit einem Ruderschwanz sich fortbewegenden Manteltieren wird ebenfalls ein Mantel ausgeschieden. Doch geschieht das in einer Manier, die zum wundersamsten gehört, was das Tierreich an wundersamen Gebilden hervorbringt. Diese kleinen Geschöpfe sondern ein Gehäuse oder eine «Schalenform» ab, die sie selber um das Vielfache in den Maßen übertrifft. Mitten in diesem glasklaren Hohlgebilde, nur noch in leichter Verbindung damit, befindet sich das Tierchen. Figur 124 zeigt es in dem sphärischen Gebilde; gh bezeichnet die Höhlung desselben. Doch handelt es sich da noch um eine einfache Form. Bei anderen Arten treten kompliziertere, aber doch regelmäßige Gehäuse auf (Figur 125). Wir zitieren die Beschreibung von Seeliger (Bronn 1894): «Das Gehäuse der *Kowalevskia tenuis* ist zwar ebenfalls äußerst wenig resistent, besitzt aber doch bereits eine ganz bestimmte Gestalt, die einem Rotationsellipsoid mit sehr verschiedenen langen Axen gleicht. Außen ist es glatt; an einem Pol der kurzen Axe befindet sich eine weite Öffnung, die in einen geräumigen inneren Hohlraum führt. In denselben springen 24 bis 28 meridional verlaufende, rippenförmige Vorsprünge ein. Der Öffnung gegenüber ruht am Grunde der Schale die Appendicularie (das Manteltier). Ihr Rumpf ist mit dem Gehäuse leicht verwachsen, der Schwanz bleibt frei beweglich. Wie die Karminfütterungen lehren, tritt das Wasser in die Gehäusehöhle ein, wird in dieser durch die Schläge des Ruderschwanzes umhergetrieben und fließt an einem Rande der Öffnung wieder nach außen ab. Das Gehäuse erreicht eine außerordentliche Größe; die beiden Axen messen bis 35 mm und 20 mm und übertreffen daher die Rumpflängen (des Tieres) fast um das 35fache.» Figur 126 stellt ein anderes solches Organ dar. Die Pfeile bezeichnen die Richtung des strömenden Wassers. Sonderbar ist, daß die Tiere die Gehäuse rasch,

126. Figur
Manteltier in seinem Gehäuse.
Die Pfeile geben die Strömung an. Das Tier ist mit dem Gehäuse verbunden; es verläßt dieses aber oft und bildet dann ein neues.
(Aus Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Tunicata [Manteltiere] 1894.)



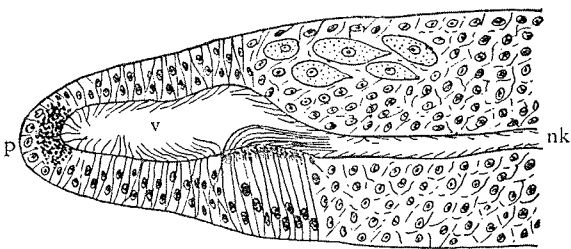
in weniger als einer Stunde, bilden («und mit meinen Augen sehe ich die Gehäuse wachsen und alle die künstliche Ausbildung erhalten», Mertens, zitiert in Bronn) und in ganz kurzer Zeit – innert Stunden – verlassen, um sogleich wieder ein neues, gleich gestaltetes Gehäuse, das gleichsam wie verdichtetes Wasser ist, hervorzubringen. «Mertens sah ein jedes seiner Tiere im Laufe eines Tages 5 bis 6 mal ein Gehäuse bauen, und Fol berichtet, daß eine lebenskräftige Kowalevskia alle 2 Stunden eine neue Schale bilden könne. Niemals wurde bisher beobachtet, daß eine Appendicularie ein verlassenes Gehäuse wieder bezogen hätte.» (Bronn 1894.) Mit innerer Notwendigkeit spricht sich die hohlformbildende Natur dieser Tiere aus; mit solch elementarem Trieb waltet hier das Hüllenbilden, daß diese Wesen immer wieder das eigenartige Organ in diesem Umfang erzeugen! In diesen Ausgestaltungen, die in entsprechender Art auch den Feuerwalzen, den Salpen u. a. zukommen, darf ein tief charakteristisches und wesentliches Merkmal der Manteltiere gesehen werden.

Lanzettfischchen. Da das Lanzettfischchen in so hohem Maße metamorph gebildet ist, kann sich die Frage erheben, ob es überhaupt unsegmentierte Regionen an sich trägt. Auch die Frage seiner «Kopflosgkeit» kann dabei aufgeworfen werden; denn in der Tierkunde wird es als schädello (A-crania) allen Wirbeltieren, den Schädeltieren (Craniota), gegenübergestellt. Interessanterweise ist diese Frage nach dem «Kopf» des Lanzettfischchens von zwei Forschern, Holmgren und Stensiö, gestellt und in eine Arbeitshypothese gebracht worden. «Der dieser Arbeitshypothese zugrunde liegende Gedanke ist erstens, daß Amphioxus (Lanzettfischchen) ein abgeänderter, sehr primitiver Kraniot ist, der also einen Kopf hat oder gehabt hat, und daß in diesem Kopf noch ein Schädel oder Reste eines Schädels stecken.» (Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Bd. IV, 1936.) Es werden dann die Züge seiner Organisation angeführt, die auf einen solchen «Kopf» hinweisen; sogar ein hypothetisches Bild einer Urform wird entworfen, auf dem der Lanzettfisch eine nicht unbeträchtliche Kopfregion hat. Doch gehen wir auf die Keimesentwicklung dieses Tieres etwas näher ein. Auf Figur 1 ist sie dargestellt bis zur Gastrulabilidung. Die Gastrula stellt in diesem Fall eine zweischichtige Becherform dar; rechts die Öffnung, der Urmund; die Höhlung wird als Urdarm bezeichnet. Schon erwähnt wurde, daß sich von diesem Urdarm Abfaltungen bilden, die dann zu den Urwirbeln umgeformt werden. Auf der Rückenseite des Becherkeimes (Gastrula) senkt sich durch Einstülpung das Nervenrohr ein, wie es auf Figur 2 schematisch angegeben ist. Ebenfalls vom Darm aus bildet sich die Anlage der bereits erwähnten Chorda. Auf diese Weise ist eine Embryonalstufe des Lanzettfischchens erreicht, auf der die folgenden Organanlagen hervorgetreten sind:

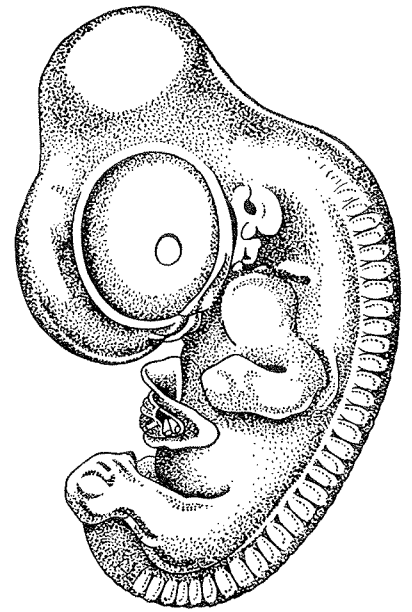
- die Urdarmhöhle,
- das Nervenrohr,
- die Chorda,
- die von vorn nach hinten sich bildenden Urwirbel.

Von diesen Anlagen sind aber auf dieser Stufe nur die Urwirbel in die metamere Gliederung eingetreten. Weder der Urdarm, noch das Nervenrohr, noch die Chorda zeigen eine solche Anordnung. Am Ner-

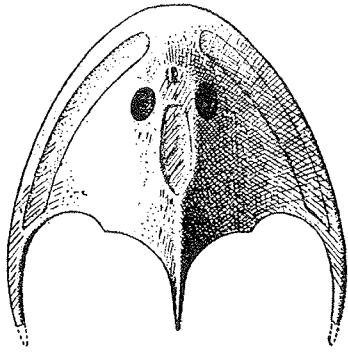
127. Figur
Längsschnitt durch das Vorderende der Larve vom Lanzettfischchen. p vorderer Pol (Pigmentfleck), v Höhlung des Gehirnbälchens, nk Nervenrohr. Diese Region ist nicht metamer entwickelt; es handelt sich um die «Kopfanlage» des Lanzettfischchens. (Nach Abbildungen von Boeke und Franz, Korschelt und Heider 1936.)



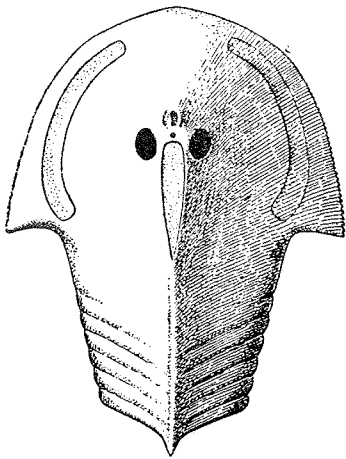
venrohr bildet sich in der vorderen Partie eine Höhlung, die als Hirnbläschen bezeichnet wird (Figur 127). Links ist das Vorderende des Embryo (p); nk zeigt das Nervenrohr an; v ist das Lumen des Gehirnbläschens. Auch im unteren Teil des Vorderendes entstehen «Höhlen», z. B. die sogenannte «Kopfhöhle»; noch andere Lumina sind zu verzeichnen. Doch sehen wir von diesen letzteren Hohlbildungen hier ab. An dem werdenden Lanzettfischchen haben wir also zweierlei zu unterscheiden: erstens Partien, die sich *nicht* segmental gliedern, wie sie z. B. in dem Vorderende, im Gehirnbläschen (Figur 127) ihren Ausdruck finden, zweitens Partien, die sich durch den Körper weit ausdehnen und rein metamer geordnet sind. Die unsegmentierten Teile treten gegenüber den segmentierten stark zurück. Man kann sagen, jene «Kopf»-Partien sind verschwindend gegenüber den überwältigenden metameren Organsystemen. Und doch kann das Beobachten der Beziehung dieser beiden Prinzipien beim Amphioxus zu einem bedeutenden Ausgangspunkt der Betrachtung werden. Man setze diese beiden Prinzipien in eine lebendige und bewegliche Beziehung, so daß einmal das eine, ein anderes Mal das andere stärker wird und überhandnimmt. Beim Lanzettfischchen entsteht ein Hirnbläschen. Lassen wir die darin sich andeutende *Bildeart* weiterwirken, sich entfalten, lassen wir sie voll zur Geltung kommen, so entsteht eine ganze Region solcher Bildungen: Gehirnbläschen, Augen-, Gehörbläschen; dementsprechend die Schädelformen der Sinneskapseln, der Gehirnkapsel usw. Je mehr dieses Prinzip mit seinem Bildestil zur Wirksamkeit kommt, um so mehr «Kopf» entsteht; je mehr jenes andere Prinzip, das in der Urwirbelbildung seinen Anfang nimmt, sich ausprägt, um so mehr entsteht «Rumpf». Beim Lanzettfischchen überwältigt dieser jenen. Gestaltet sich jedoch das Gebiet der Hohlformen immer mehr aus, so entsteht eine immer bedeutendere Schädelbildung (Sinnes-Gehirn-Kopf). Der Kopf ist nicht aus dem Rumpf herzuleiten, sondern «aus sich selbst», aus seinem eigenen Bildeprinzip, das heißt aus dem Gebiet, das unsegmentiert in Hohlformen (Gehirn, Auge, Ohr, Riechorgan u. a.) sich offenbart. In dieser Hinsicht hat also auch das Lanzettfischchen einen «Kopf»; das Problem Kopf/Rumpf ist bei ihm angetönt. Man kann diese Beziehung nun in Bewegung setzen. Vermehrt man die Bildung des Kopfes in diesem Verhältnis stark und läßt den Rumpf nur mehr wie ein Anhängsel hervorkommen, so gelangt man zu Verhältnissen, wie sie etwa ein Embryo eines höheren Wirbeltieres auf früher Stufe inne hat. Da sind die ungeheuren Gehirnanlagen, die mächtigen Augen- und Ohrkeime, denen gegenüber der Rumpf zurücktritt. Als Beispiel diene ein Hühnerembryo (Figur 128). Am Rücken schimmern die metameren Anlagen durch. Die Gliedmaßen knospen hervor. Übermächtig erscheint der Gehirn-Augenkopf. Die Gebiete, die sich solchermaßen kundgeben, haben ihre eigene Natur, ihre eigene Gesetzlichkeit und stellen Welten dar, die aus ihrer eigenen Wesenheit erfaßt werden wollen. In diesem Geschehen «Kopf/Rumpf», in dem der Amphioxus oder dieser Hühnerembryo *eine* Phase, *eine* Etappe von ungezählten darstellt, vollzieht sich ein guter Teil der Wirbeltierentwicklung. Ihre Stufen können als festgehaltene Etappen dieses Geschehens betrachtet werden.



128. Figur
Embryo des Huhnes. Der Sinnes- (Augen-) Gehirnkopf ist gewaltig. Die Urwirbel schimmern längs des Rückens durch. Die Gliedmaßen knospen hervor. (Aus Keibel, Korschelt und Heider 1936.)



129. Figur
Kopfschild oder Kopfpanzer eines längst
ausgestorbenen Tieres, das mit der Gruppe
der Rundmäuler in Zusammenhang
gebracht wird (Ostracodermen). Es zeigt sich
die Tendenz, eine umhüllende, abschließende
«Ganzform» zu bilden, welche die Kopforgane
(Gehirn, Sinne usw.) umfaßt.
(Nach Stensiö 1927, aus Handbuch
der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere,
Band IV 1936.)

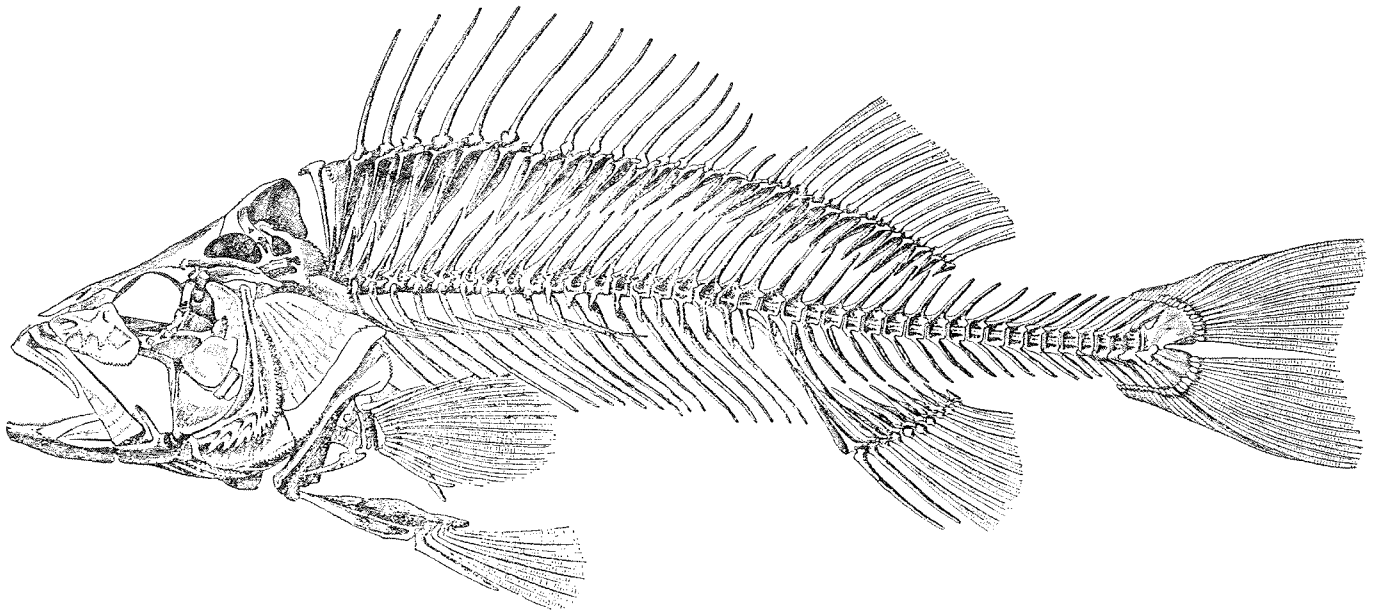


130. Figur
Kopfschild eines längst ausgestorbenen Tieres
(Ostracodermen). Auf der Stufe
der Rundmäuler erscheint die
Hohlformbildung in der Kopfregion
(Höhlungen für Gehirn und Sinnesorgane).
(Nach Stensiö 1927, aus Handbuch
der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere,
Band IV 1936.)

Rundmäuler. Von diesen Tieren wurde erwähnt, daß sie gliedmaßenlos und von wurmförmiger Gestalt sind. Eine knorpelig häutige Schädelbildung ist vorhanden. Nimmt man eine solche Gruppe von Naturgebilden in ihrem Habitus für sich allein, so entgeht einem, was im Grunde bei solchen Gruppen zur Erscheinung strebt, was alles im Umfang der organischen Gestaltung wirkt und demnach zu einer solchen einzelnen Gruppe hinzugenommen und mitgeschaut werden muß. Um ein Ganzes vor sich zu haben, muß noch anderes ins Blickfeld gerückt werden. Eine solche Erweiterung erfährt die Anschauung über die Cyclostomen oder Rundmäuler durch Formen längst ausgestorbener Tiere, der Ostracodermen, die durch die Forschungen von Stensiö (1927, 1932) bekannt geworden sind und von ihm in den Kreis der Rundmäuler gerückt werden. Das sind Gestalten, die einen mächtigen Kopfschild trugen, der die Sinneshöhlen, die Gehirnkammer und weitgehend das Kiemenskelett umfaßte. Figur 129 bildet einen solchen gewaltigen Kopfpanzer ab. Seitlich und in der Mitte ist er nach hinten hornartig ausgezogen; vorne mittwärts sind die Augenöffnungen sichtbar. Figur 130 gibt nochmals einen solchen Panzerkopf in der Rückenansicht wieder und Figur 131 ist eine Rekonstruktion des ganzen fischartigen Tieres in seitlicher Ansicht. Durch die Erforschung des Inneren dieser Schädel, die in hervorragender Weise von Stensiö dadurch ausgeführt wurde, daß durch Ausgießen der Hohlform die Lage der Organe, die Nerven- und Gefäßverläufe usw. bis in feine Details bei diesen längst erloschenen Geschlechtern der Ostracodermen festgestellt wurden, haben wir das genaue plastische Bild der Schädelhöhle, der Kiemenhöhle vor uns. Es sind Schädelformen, die wie aus einem Guß das Tier vorne umfassen, die Kopforgane umschließen und eine gewaltige coeloforme Bildung darstellen. Durch die Ostracodermen wird die Gruppe der Rundmäuler erweitert; diese umfassen somit Formen mit mächtigen coeloformen Gestaltungen und Formen, bei denen diese zurücktreten, wie bei den heutigen Rundmäulern, die wurmförmig, aalartig sind. (Flußneunauge z. B.) Der Typus legt sich in der Gruppe in seinen Tendenzen dar.

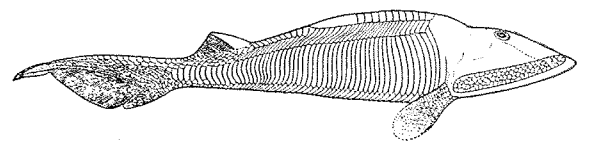
Fische. Das Reich der Fische ist vielgestaltig. Da gibt es schlangenähnliche, bei denen die paarigen Flossen rückgebildet sind, wie bei den Aalen. Bei anderen sind die Brustflossen zu Stützorganen formiert, armartig, wie beim Schlammpringer. Manchmal sind einzelne Stacheln der Vorderflosse aus dem Zusammenhang der Flossenfläche gelöst und frei beweglich, so daß der Fisch mit ihnen auf dem Boden «gehen» kann, wie etwa der Knurrhahn. Wieder andere Fische sind in einen Panzer gehüllt. Dann treten Formen auf mit Stacheln; sie starren in Spitzen, Zacken und Spießen usw. Trotz der Vielfalt und der Versatilität aller Proportionen – man denke nur an die ungeheuerlichen Figuren der Tiefsee – erscheint in den verschiedenen Ordnungen doch immer wieder die «eigentliche Fischgestalt», der Fisch; als Beispiele seien Karpfen, Forellen, Hecht, Barsch, Dorsch angeführt. Das sind alles «eigentliche» Fische in ihrer Ordnung; um sie gruppieren sich vielartig umgewandelt die anderen Formen.

Es soll versucht werden, eine Organisationsstufe, die bei den Knochenfischen erreicht wird, zu schildern; gerade für die eigentliche Fischgestaltung kann in ihr etwas Wesentliches gesehen werden. Von meh-



132. Figur
Skelett vom Barsch. Der Rhythmus der äußeren Flossenstrahlen, der Flossenträger oder inneren Flossenstrahlen und der Wirbel mit Fortsätzen und Rippen ist zu beobachten; es besteht zwischen diesen Gebilden harmonischer Einklang. Diese Verhältnisse finden sich vor allem in der Region der unpaaren Rückenflossen.
(Brehms Tierleben Band III.)

rerer Seiten kommen die Elemente, die zu dieser höheren Erscheinungsform führen, zusammen. Schauen wir noch einmal die Haifischflosse an (Figur 118). Außen sind die feinen, von der Haut her sich bildenden Strahlen, innen diejenigen, die sich aus dem Körpergewebe sondern und auf den Basalstücken aufsitzen. Im selben Stile sind auch die übrigen Flossen der Haifische entstanden. Bei den *Knochenfischen* wirkt nun in der Flossenbildung ebenso ein äußeres und ein inneres Element mit; aus der Haut gehen die äußeren, aus dem Körpergewebe die inneren Strahlen hervor. In Figur 132 sind über den Rücken hin diese zwei Skeletteile zu sehen. Die herausragenden Strahlen der Rückenflosse sind durch Umformung von Hautgebilden entstanden (wenn auch in etwas anderer Weise als bei den Haifischen) und sitzen gelenkartig auf den spießförmigen inneren Strahlen, die in den Fischkörper eingesenkt sind. Während beim Hai eine Übereinstimmung dieser beiden Elemente *in der Zahl* nicht vorhanden ist, kommt eine solche bei den Knochenfischen nach und nach zustande. «Bei niederen Teleostomen (Knochenfischen im weiteren Sinn) herrscht dabei noch keine Übereinstimmung in der Anzahl der knöchernen Flossenstrahlen und der Strahlen des Innenskelettes. Eine solche bildet sich erst bei den höheren Formen aus.» (Peyer, Hdb. der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Bd. I.) Damit wird zwischen diesen Organen verschiedenen Ursprungs ein Einklang erreicht. Weiter bildet sich aber auch zwischen diesen inneren Flossenstrahlen und den Fortsätzen der Wirbelsäule ein übereinstimmendes Verhältnis aus. «Bei der Mehrzahl der Actinopterygier (Strahlflosser, zu denen die höheren Fische gehören) entspricht die Zahl der Radien der der Wirbel im gleichen Bereich, geringe Abweichungen sind selten bei Teleostiern (Knochenfischen), mehrfach ist aber die Zahl der Radien doppelt so groß wie die der Wirbel...» (Remane, Hdb. der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere Band IV). Der Einklang entsteht somit zwischen Wirbeln und inneren Flossenstrahlen im Verhältnis 1 : 1 oder 1 : 2. Das Skelett des Barsches, der zu den Knochenfischen gehört (Figur 132), macht diese Ver-



131. Figur
Rekonstruktion eines ausgestorbenen Tieres (Ostracodermen), das der Gruppe der Rundmäuler zugeordnet wird. Vorne der Kopfschild (siehe Figur 129 und Figur 130); daran anschließend der segmentale Rumpf. Der Typus zeigt sich in der Kopf- und Rumpfregeion als Hohlform und als Metamerie.
(Nach Stensiö 1932, aus Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Band IV 1936.)

hältnisse deutlich sichtbar. Verfolgt man die sich einsenkenden Spitzen der inneren Flossenstrahlen und die oberen Fortsätze der Wirbel, so sieht man die Übereinstimmung: auf jeden Dornfortsatz kommt ein Flossenstrahl. Die Wirbelsäule selber, die sich im Stamm der Fische immer prägnanter herausgestaltet, trägt außer den oberen noch untere und seitliche Fortsätze; außerdem schließen sich die Rippen an. (Siehe Figur 132.) Ferner ist sie begleitet von mehreren Systemen von Gräten in den Muskeln. Auch hier herrscht regelmäßige Gliederung und Einklang. Damit kommen wir zu den Muskeln, die mit diesen Gebilden der Wirbelsäule, ihren Fortsätzen und Rippen, und auch mit den Gräten in innigem Zusammenhang stehen und mit ihnen eine Einheit bilden. Somit herrscht zwischen den Muskeln und den Gliedern der Wirbelsäule, den Wirbeln und ihren Fortsätzen, wiederum Übereinstimmung. Der Rhythmus dieser Gliederung ist aber derjenige der *Metamerie* des Körpers! Die Muskeln entsprechen nämlich den Körpersegmenten.

In der verwirrenden Fülle der Teile tritt immer deutlicher ein ganz einfaches Verhältnis hervor. In Figur 132 müßten also die Muskeln, wenn man das Skelett ergänzen wollte, im Rhythmus der Wirbelsäule eingefügt werden. Doch die Dinge gehen weiter. Bei den Knochenfischen sehen wir die silberglanzspiegelnden Schuppen, deren Ordnung wie vom Muster des Wellenglanzes genommen erscheint. Diese Schuppen stehen bei den Knochenfischen in einem harmonischen Verhältnis zu den Körpersegmenten. Wieder ist dieser Zusammenklang nichts Ursprüngliches, allen Fischen Gemeinsames; es bildet sich dieser Einklang erst heraus. In den folgenden Sätzen faßt Hase, der diese Zustände erforscht hat, seine Ergebnisse zusammen:

1. Die Schuppenreihen bei den normal beschuppten Teleostern (Knochenfischen) entsprechen den Körpersegmenten.

2. Da die Zahl der Segmente gleich derjenigen der Wirbel ist, so resultiert, daß auch die Zahl der diagonalen Schuppenreihen gleich der der Wirbel ist.

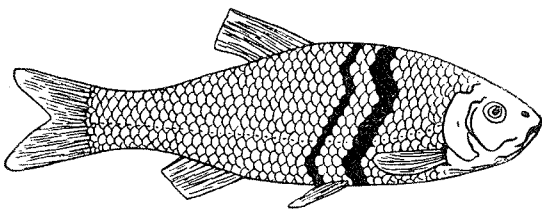
3. Die Körpersegmente umziehen die Wirbelsäule in drei geknickten Linien, so daß bei der Ansicht von der Dorsalseite, Lateralseite und Ventralseite eine W-förmige Anordnung der Segmente hervortritt.

4. Die Winkel, unter welchen die Segmente umgebogen sind, stimmen mit den Divergenzwinkeln der Schuppendiagonalen an den entsprechenden Körperstellen völlig überein.

5. Die Schuppenreihen umziehen den Körper ebenfalls in W-ähnlich geknickten Linien, entsprechend den zugehörigen Segmenten. (Hase, 1907, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere,

ANMERKUNG. Die Wirbel gehen nicht einfach aus den Urwirbeln hervor; jeder Wirbel entstammt zwei Urwirbeln, d. h. er entsteht durch Verwachsen von je zwei halben Urwirbeln. Damit kommt gegenüber den Muskeln, die den ursprünglichen Rhythmus bewahren, jeweils eine Verschiebung von einem halben Segment zustande. Diese Verhältnisse sollen nur nebenbei erwähnt werden; doch ändern sie natürlich nichts an der Tatsache, daß Muskelsegment und Wirbel im selben Rhythmus aufeinander abgestimmt sind und das reine Verhältnis 1:1 hergestellt ist.

133. Figur
Knochenfisch aus der Familie der Karpfen.
Die Schuppen sind segmental angeordnet
im Rhythmus der Metamerie,
den die 134. Figur anzeigt.
(Nach Hase 1907, aus Handbuch der
vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere,
Band I 1931.)



Band I 1931.) Diese Ergebnisse werden durch die Bilder Figur 133 und 134 veranschaulicht: das Schuppenkleid (Figur 133) stimmt mit den Segmenten (Figur 134) in der Anordnung völlig überein.

Bei diesen Fischen wird somit eine Harmonie erreicht, die bei keinen Tieren sonst erlangt wird; denn es stehen die verschiedenen Organsysteme in völliger Konsonanz. Wohl sind auch die Ringelwürmer metamer gebaut; doch ragen sie ja nicht bis zur Stufe eines inneren Skelettes auf. Bedeutsam ist gerade, daß im Stamm der Wirbeltiere bei den Fischen eine Harmonie erreicht wird zwischen Innenskelett, Haut, Muskelsystem, und daß diese Organe alle in *einem* Rhythmus geordnet sind. Betont muß werden, daß es sich dabei nicht um einen ursprünglichen, metameren Einklang handelt, sondern daß sich nach und nach (sekundär) die Bildungen der Flossenstrahlen, der Flossenträger, der Haut usw. auf diesen metameren Rhythmus abstimmen.

Wir stellen die gleichsam auf ein Grundverhältnis gestimmten Elemente noch einmal zusammen:

die äußeren Flossenstrahlen

die inneren Flossenstrahlen (Flossenträger)

die Wirbel und ihre Fortsätze

die Muskelsegmente

die Schuppenreihen

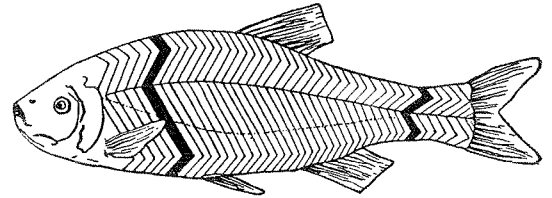
(dazu kommt natürlich die Reihenfolge der Nerven, Gefäße usw.)

Hier, bei den höheren Fischen, ist das metamere Prinzip in seinem morphologischen Ausdruck auf einem Höhepunkt angelangt; denn es erweist sich in eminenter Weise als ein Schaffendes. Es stellt sich nicht nur primär dar, wie etwa bei den Urwirbeln. Von mehreren Seiten her, aus zunächst nicht übereinstimmenden Systemen schafft es sich einen völligen und reinen Ausdruck. Es bestätigt so seine ureigene Natur, es dokumentiert im Bilden seine Selbständigkeit als ureigenes Weltgebiet. Das reine, hohe Entzücken, das die Fische, etwa der Goldfisch oder die Forelle, dem Auge gewähren, mag sich noch steigern, wenn es die Erkenntnis des Rhythmus im Fischkörper auf sich wirken läßt. Der Fischkörper im Einklang von Innen und Außen, im Ebenmaß aller angeführten Elemente ist in seiner Weise der reinste und vollendetste Ausdruck von Harmonie und Gliederung im Tierreich.

Vögel. Bei den Vögeln erreicht das axiale Wesen einen Höhepunkt. Nicht nur die vordere, auch die hintere Gliedmaße wird zu einer mächtigen axialen Organisation, die durchgreifend auf das übrige Skelett zurückwirkt und das Innenskelett, die Wirbelsäule bestimmend erfaßt. Wie sehr der Vogel in die Gliedmaßenbildung eingeht und sozusagen ganz in ihr aufgeht, wird einem dann besonders bewußt, wenn man noch einmal auf die Fische, Amphibien, Reptilien schaut, bei denen es wiederholt zu wurmförmigen Naturen kommt, wobei Schulter- und Beckengürtel sowie die Gliedmaßen schwinden. Das *Wesen* des Vogels ist gerade die Entfaltung der Gliedmaßen, ist das Ausstrahlen auch der Hautgebilde in das Element der Luft. Das Übergehen in die Wurmform ist hier gar nicht mehr möglich; denn der Vogel ist ganz «draußen» im axialen Gebiet. Der Formenfächer des Vogelreiches entfaltet sich nach außen im Raum, an den Elementen; die inneren Organe des Stoffwechsels, der Generation sind gleichsam nur ein «Rest» anderer Wirksamkeiten. Die Vogelgestalt ist in die Peripherie hinausgetrieben.

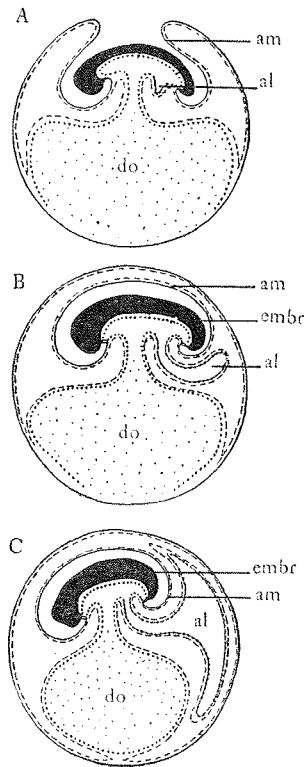
134. Figur

Knochenfisch aus der Familie der Karpfen. Die Metamerie des Rumpfes ist eingezeichnet. Diese steht mit der Ordnung der Schuppen (Figur 133) in Einklang. (Nach Hase 1907, aus Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Band I 1931.)



135. Figur

Schematische Darstellung der Keimhüllen beim Huhn. Es kommt darauf an, den Formenstil zu bemerken (Blasen, Hohlformbildung). embr ist der Keim selbst; am das zur Bildung der Amnionhöhle sich zusammenschließende Amnion; al Allantois; do Dotter. Die Allantois kommt in der weiteren Entwicklung zu mächtiger Entfaltung. (Nach Meisenheimer, aus Korschelt und Heider 1936.)



– Man gewinnt ein volles Verhältnis zu der Erscheinung des Vogels, wenn man sich auf polare Gebiete begibt und dann wieder in die Vogelwelt zurückkehrt. Dadurch erlangt man den Kontrapunkt, welcher zu dem, was im Vogelreich großartig und glanzvoll erscheint, hinzu gehört; beides zusammen gibt erst eine volle Wirklichkeit. Einen solchen Kontrapunkt ergeben im Stamm der Chordaten die Manteltiere. Man versetze sich noch einmal in jene Existenzen der Hüllformen, mit dem Vermögen einer ungeheuren Proliferation; dann wird man sozusagen «am anderen Ende» des Chordatenstammes die Strahlengestalt des Vogels mit ganz anderer Empfindung aufgehen sehen. Doch kann man einen solchen Kontrapunkt auch dadurch gewinnen, daß man in die Embryonalepoche des Vogels selber zurückgeht. Da sind jene Blasen- und Hohlformen, in denen und mit denen sich der Vogelkeim anlegt und bildet. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, wollen wir einen Blick auf solche Embryonalhüllen werfen. Figur 135 gibt drei schematische Längsschnitte durch die Embryonalhüllen und Anlagen des Hühnerkeimes wieder. Der Keim ist schwarz gezeichnet. Man sieht das Auffalten des Amnions (am) und seinen Zusammenschluß, das Entstehen der Allantois (al), die sich im weiteren Verlauf ebenfalls ganz um den Keim herumfaltet. So treffen wir in diesen Embryonalgebilden (am, al) die Vorgänge des Einfaltens, des Umhüllens; wir finden Hüllen und Häute, die als blasen- oder sphärenartige Organe den Keim umgeben. In diesem selbst spielen sich weiterhin Einstülpungen, Einsenkungen usw. ab. Worauf wir hier hindeuten wollen, ist der *Stil*, der die Entwicklungsperioden beherrscht. Von allem «Erklären» sehen wir ab; es geht darum zu schauen, aus welchem Urgrunde der Vogel hervorgeht. Um diesen zu finden, müssen wir eben in das Gebiet der Sphären und Blasen, in das Hohlformwesen zurückgehen. Wenden wir uns dann wieder nach der anderen Seite, so ermessen wir das Wesen des Vogels, indem wir die Entfaltung der Gliedmaßen und vor allem des Gefieders ins Auge fassen.

Bei der vorderen Extremität geht die *Strahlbildung* vom Zeigefinger durch die Mittelhand, durch Unter- und Oberarm in den Schultergürtel. Bei der hinteren Extremität ist gut zu beobachten, wie ihre Axenbildung auf die Wirbelsäule einwirkt und deren Metamerie aufhebt. Die Wirbelfolge wird ins Stützgerüst des Beines, ja des ganzen Flugkörpers, umgewandelt. Ein Beispiel gibt Figur 136. Das Bild stellt die Wirbelsäule einer Ente in ihrem hinteren Abschnitt dar. Ursprünglich sind zwei Wirbel in der Kreuzregion angelegt (s S). Diese verschmelzen aber nicht nur selber miteinander, sondern mit ihnen verschmelzen weiterhin: nach vorne die Lendenwirbel (L), eine Anzahl Wirbel der Brustregion, nach hinten eine ganze Reihe Schwanzwirbel (C). So entsteht aus einem metameren Organ, dessen Gliederung noch gut zu erkennen ist, ein *einheitliches Knochenstück*, das sich durch die Brust-, Lenden-, Kreuz- und Schwanzregion ausdehnt, mit dem Beckengürtel sich verbindet und so zur Gliedmaße und zur ganzen Fluggestalt überhaupt in Beziehung gerückt wird. Die Relation Metamerie/Axialität erscheint hier im Überwiegen der letzteren.

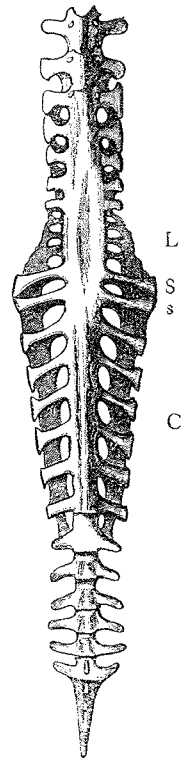
Ganz besonders typisch tritt das Vogelwesen in der Federbildung hervor. Zwischen zwei Hüllen bilden sich Schaft und Äste der Feder; der Schaft entspringt unten selber aus einer geschlossenen Form, der

Spule. Die äußere Hülle zerfällt, die innere trocknet zur Federseele ein und liegt im Inneren der Spulenhöhle. So verhalten sich recht eigenartig zueinander eigentliche Federbildung und ihre Hüllen. Am Schaft finden sich Äste und Nebenäste; doch ist deren Gestaltung vielartig. Von der sich verästelnden, weichen, lockeren Feder führen alle Übergänge zur mächtigen, strahligen Konturfeder, die am prächtigsten als Schwungfeder des Flügels erscheint. Bei ihr ist *ein* Strahl, der Schaft, die bestimmende Axe; die Seitenstrahlen und Nebenstrahlen verhäkeln sich und formieren die Fahne. An einer Spule wachsen oft Haupt- und Nebenfeder hervor, wobei sich jene in eine strahlige, diese in eine aufgelokerte Bildung differenzieren kann. Die ersten Federn und die Dunen sind Beispiele für die weiche, verästelte, strauchartige Form; die eigentlichen Flugfedern haben einen strahligen Charakter. Figur 137 zeigt eine Embryonaldune, Figur 138 eine Nebenfahne. Im Inneren der Federn liegt das lufthaltige Mark.

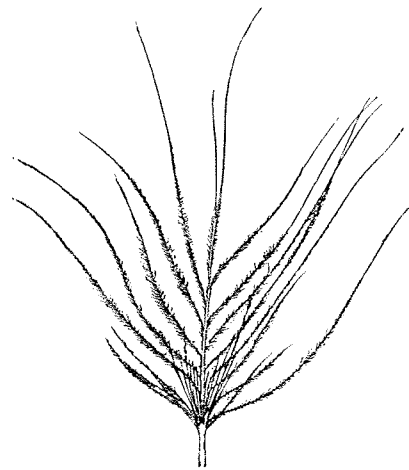
Das Reich der Vögel entfaltet sich am Element der Luft; doch ist das keine gradlinige Evolution in einem einzigen Aufstieg. Die Entwicklung geht vielmehr so vor sich, daß in mehreren Gruppen oder Ordnungen vollendete Flieger entstehen, während andere Gruppen das Flugvermögen wenig entfalten oder es wieder verkümmern. So kommt ein reicher Fächer von Vogelgestalten zustande: Bodenformen treten auf, schwere Gestalten (hühnerartige) oder dann ganz flugunfähige Ordnungen (Strauße, Kasuare u.a.); Wasserformen aller Grade tauchen auf, zum Teil mit zurückgehender Flugfähigkeit (Gänse, Taucher) oder gänzlichem Verlust des Fliegens (Pinguine); Blütenvögel (Kolibris) zaubern sich mit insektenhaftem Gebaren hervor; Baumformen bilden sich, wie die Spechte; stelzbeinige Vögel erscheinen usf. Indem sich solchermaßen Vögel gleichsam einsenken in Verhältnisse der Erde, der Pflanzen, des Wassers und in die vielfachen Beschaffenheiten dieser Gebiete, erheben sich in mehrfacher Entwicklung die reinen Flieger in schwirrend-sausendem oder segelndem Flug. Der Blick kann sich erheben zu Gestalten, wie dem Albatros, dem Fregattvogel, den Seeschwalben, Falken und Adlern, den Tauben und Seglern. Doch immer wieder mit notwendigem Ductus entfaltet sich das Vogelreich; so treten zum Beispiel bei den Singvögeln, oft in zierlichster Weise, die «allseitigen Tendenzen» in ihrer Fülle wieder auf. Das schwirrend-schwebende Fliegen der Lerche und der edle Flug der Schwalbe mögen uns hier die Elevation bezeugen.

Säugetiere. Bei den Säugetieren entfaltet sich die Gliedmaßenatur am Boden, am Festen, an Felsen, Bäumen, am Geäst. Auch hier findet man den Kontrapunkt, wenn man in die Bildungsformen der Keimesentwicklung zurückgeht, deren Gebiet der Schwere und Schwerkirkung entrückt ist; die Richtung der Säugetierentwicklung geht nun in dieses Schwerefeld.

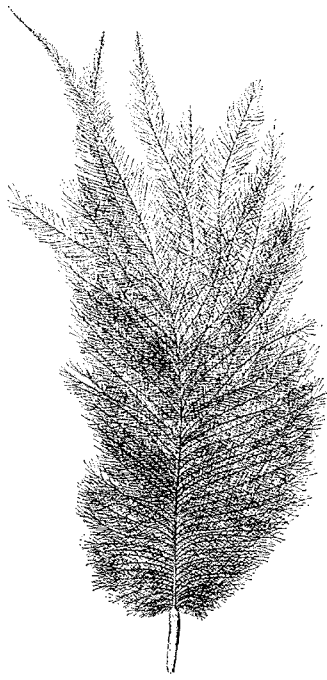
In mehreren Kreisen treten diese Tierformen auf. Verschiedene Stufen breiten sich aus. Doch herrscht nicht ein wahlloses Durcheinander, sondern ganz bestimmte Gesetzmäßigkeiten in der Gliedmaßenbildung arbeiten sich immer wieder hervor, so daß in diesen grundverschiedenen Tiergruppen in auffallender Art weitgehend «gleiche Tiere» erscheinen. Es wirkt *ein Gleiches* in den verschiedenen Strömungen der Entwicklung. Das axiale Wesen ist in der Säugetierent-



136. Figur
Hintere Regionen der Wirbelsäule der Ente. Zu *einem* Stück sind miteinander verwachsen: die primären Kreuzwirbel (s S), nach vorne Lendenwirbel (L), weiter nach vorne Wirbel der Brustregion; nach hinten Schwanzwirbel (C). Diese Wirbelsäulengestaltung steht im Zusammenhang mit der Gliedmaßenbildung. (Aus Gegenbaur, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere 1898.)



137. Figur
Embryonaldune. Der Hauptschaft mit Nebenästen. Unten die Nebenfahne. Der Strahlcharakter, wie er die Schwungfeder des Flügels beherrscht, tritt hier noch zurück. (Aus Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Band I 1931.)



138. Figur
Nebenfabne und Spule einer Konturfeder der
 Waldschnepfe. Die Hauptfahne ist weggenom-
 men. Die Feder ist strauch- oder bäumchen-
 artig aufgelockert und verästelt. Der Charakter
 des Axialen tritt zurück. (An jeder Schwung-
 feder ist die Tendenz da, im Anfangsteil sich
 dunenartig auszubilden; nach außen in den
 Raum tritt das Axiale immer stärker hervor.)
 (Aus Handbuch der vergleichenden Anatomie
 der Wirbeltiere, Band I 1931.)

wicklung dieses Gleiche, und so entstehen «die gleichen Tiere»; es wirkt wiederholt fächerartig, und so entstehen die weitgehend ähnlichen Formenkreise. Als Beispiele seien die Beuteltiere, die Insektenfresser und die Nagetiere gewählt. Bei diesen zeigt sich die erwähnte Gesetzmäßigkeit, indem Gliedmaßen, Knochenpartien, ganze Figuren mit dem gleichen Habitus auftreten. Die Natur bringt demgemäß – mit Notwendigkeit – dieselben Gestalten auf verschiedenem Entwicklungsfelde hervor. Es enthüllt sich so gerade hier bei den Säugetieren noch einmal in reiner Weise, wie *ein Eines* in der Vielheit der Naturen waltet; dieses Eine ist in diesem Falle das axiale Wesen, das axiale Glied des Typus.

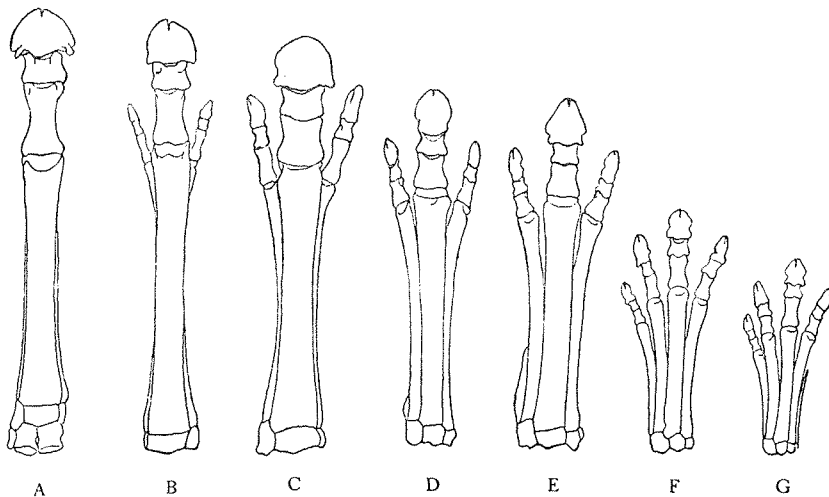
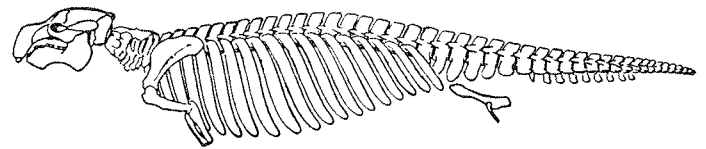
Die vorliegende Erscheinung ist so erstaunlich, daß man früher meinte, die Typen der höheren Säugetiere stammen direkt aus jenen ihnen ähnlichen Formen der niederen Stufe; denn gewisse höhere Säugetierarten gleichen beispielsweise durchaus gewissen Arten der Beuteltiere. Da gibt es raubtierartige, nagetierartige Beutler; Beuteltiere wie Marder, Spitzmäuse, Springmäuse, Maulwürfe, Eichhörnchen usw. Bis in Einzelheiten der Organisation gleichen sich diese Figuren. Aber, wie gesagt, das Beuteleichenhorn ist nicht der unmittelbare Vorfahr des Spitzhörnchens, das ein Insektenfresser ist, oder des gewöhnlichen Eichhörnchens, das ein Nagetier ist; es entsteht vielmehr dreimal in diesem Fall ein eichhornartiges Tier: bei den Beutlern, den Nagern und den Insektenfressern. Das Beispiel kann erweitert werden: so wie sich das von Ast zu Ast weithin springende Eichhörnchen gleichsam zum Flughörnchen steigert, das zwischen Vorder- und Hinterbeinen eine Flughaut ausgespannt trägt, so gibt es auch unter den Beuteltieren die eichhornartigen Flugbeutler, die ebenso mit einer Flughaut Schweb- oder Gleitsprünge ausführen können. Den Insektenfressern nahestehend finden wir im Pelzschweber wieder ein solches Tier; also dreimal, in verschiedenen Abteilungen, hat sich eine solche Form entwickelt. Nimmt man zu den gegenwärtig lebenden Arten die ausgestorbenen noch dazu, so wird die Ansicht noch umfassender. Mehrfach, in verschiedenen Formenkreisen, bringt die Natur laufende, springende, kletternde Typen hervor, die – wiewohl in mancherlei Modifikationen – in ihrem Habitus übereinstimmende Bewegungsformen darstellen. Wenn auch der Bogen der Säugerformen sich weit spannt, von den Fledermäusen, die an die Luft angrenzen, auf absonderliche Art, radarartig ihre Welt ertasten und so ganz anders als die Vögel sich zum Fluge finden, bis zu den grabenden und wühlenden Bodentieren, so prägt sich doch in den gehenden, laufenden, springenden und kletternden Typen die axiale Natur am vollkommensten aus.

Das Schauspiel der Evolution zeigt, daß, indem die vollkommenen Gliedmaßentiere entstehen, andere Gruppen ins Wasser zurückgleiten,

ANMERKUNG. Die Abteilungen der Beuteltiere, der Insektenfresser und der Nagetiere sowie die Ordnungen der höheren Säugetiere können von verschiedenen Seiten betrachtet werden. Die Gesichtspunkte, welche die *Stufenunterschiede* der Entwicklung betreffen, werden hier nicht berücksichtigt; sie kommen im zweiten Teil zur Sprache. Was sich in allen diesen Formen herausbildet, das soll hier betrachtet werden: die axiale Natur, wie sie sich im Chordatenstamm ausprägt.

die Extremitäten mehr oder weniger verlieren und in die Gesetzmäßigkeit des Sich-Gliederns eintreten. Mehrmals, in den Ordnungen der Wale und der Robben, dann bei den Seekühen, entwickeln sich solche Wassertiere. In Figur 139 sehen wir das Skelett einer ausgestorbenen Seekuh; im hinteren Abschnitt, anschließend an die Rippen, unter der Wirbelsäule ist der Rest des Beckengürtels sichtbar; das winzige Fortsätzchen an diesem Rest ist der Oberschenkelknochen! Das übrige hintere Extremitätenskelett ist geschwunden. Dieser Auflösung von Axialität steht die Steigerung des Strahles in der eigentlichen Landtierevolution entgegen. So führt eine Reihe (Figur 140) vom vierstrahligen Vorderfuß zum einstrahligen des Pferdes; hier wirkt die gliedmaßenbildende Kraft den säulenartigen Strahl. Damit vergleiche man hinwiederum die Delphinhand (Figur 141). Welten sprechen sich in solchen Gebilden aus. Die Finger lockern sich auf, die Gliederung mehrt sich, die Flosse bildet sich. Man durchlebt plastisch das Wirken des Typus in solchen Vorgängen, die zum Pferdefuß oder zur Delphinhand führen.

139. Figur
Skelett einer ausgestorbenen Seekuh. Die hintere Extremität ist geschwunden bis auf einen reduzierten Beckenknochen, dem ein winziges Knöchelchen anliegt: der Oberschenkelknochen! (Brit. Mus. Nat. Hist. London 1909, Abel, Palaeozoologie 1924.)



140. Figur
Die Entwicklung eines Landtiervorderbeines (Pferd). Der eine Strahl entwickelt sich zum gewaltigen Säulenschaft. Die anderen Strahlen schwinden immer mehr (A-G). (Abel, Palaeozoologie 1924.)

Diese wenigen vereinzelten Angaben sollen auf ein Geschehen hinweisen, das einerseits zu vollkommenen Gerüsten und Bauten führt, andererseits solche Gerüste löst, lockert und aufhebt. So zeigt sich die Gesetzmäßigkeit, daß das Vollkommene sich entwickelt, während anderes in der Entwicklung zurückbleibt oder wiederum zurückgleitet. Allein es zeigt sich noch eine weitere Gesetzmäßigkeit: wenn sich Formen vollenden, entstehen in der Evolution auch Unformen. Das Pferd tritt als vollkommenes Gliedertier hervor; doch entsteht auch das Nashorn im selben Entwicklungskreis. Die Paarhufer steigern sich in den Wiederkäuern, andererseits entstehen Schweine und Nilpferde. Unter den Wiederkäuern treffen wir edel gestaltete Hirsche, dann wieder Ungestalten wie die Kamele. Die Vorgänge des Vollen-

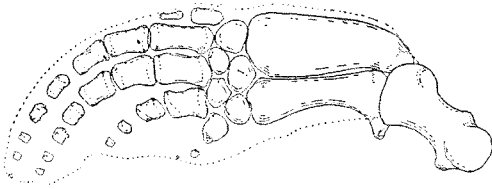
dens, Rückbildens, des Sich-Steigerns, des Uniformwerdens geben das Bild der Evolution dieser Tierformen.

Zu hochaxialen Baumtieren differenzieren sich die Affenartigen; der Gibbon kann in dieser Richtung als ein vollendetes Tier gelten. Einen weiteren Höhepunkt der Säugetierentwicklung erreichen die Raubtiere (vor allem die Katzen- und Hundeartigen). Doch als die eigentlichen Gliedmaßen-tiere vollkommener Prägung erscheinen die Pferde und dann die Wiederkäuer mit den Hirschen, den Antilopen- und Gemsenartigen, sowie den ebenmäßig gebauten Gestalten unter den Rindern.

ZUSAMMENFASSUNG. Von gleichartigen Anlagen der Keimesentwicklung nehmen die Chordaten ihren Ursprung. Die Manteltiere entwickeln sich zu Hohlformtieren im Sinne des Typus; trotzdem sie in das Gebiet des Gliederns und Wiederholens hineinreichen (Darm, Kiemendarm, ungeschlechtliche Fortpflanzung), sind sie nicht metamere gebildet. Ihr Mantel ist eine umfassende Hüllform.

Bei den Wirbeltieren treten metamere Bildungen auf. Lanzettfischchen, Cyclostomen und Fische haben eine segmentale Organisation. Die Flossen der Fische erscheinen als Strahlenbildung in serialer Anordnung. Im «Kopf»-gebiet besteht eine unsegmentierte Region.

Bei den Amphibien und Reptilien kommt es zur eigentlichen Extremitätenbildung. In den Vögeln und Säugetieren steigert sich die axiale Natur innerhalb der Chordaten zu ihrer höchsten Vollendung.



141. Figur
Armskelett des Delphins. Die Fingerstrahlen zeigen eine eigenartige «metamerisierende» Gliederung. Der Strahl wird dadurch in sich gegliedert. Die punktierte Linie gibt den Umriss der Delphinflosse wieder.
(Aus Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Band V 1938.)

Von der Kopfbildung

der Wirbeltiere

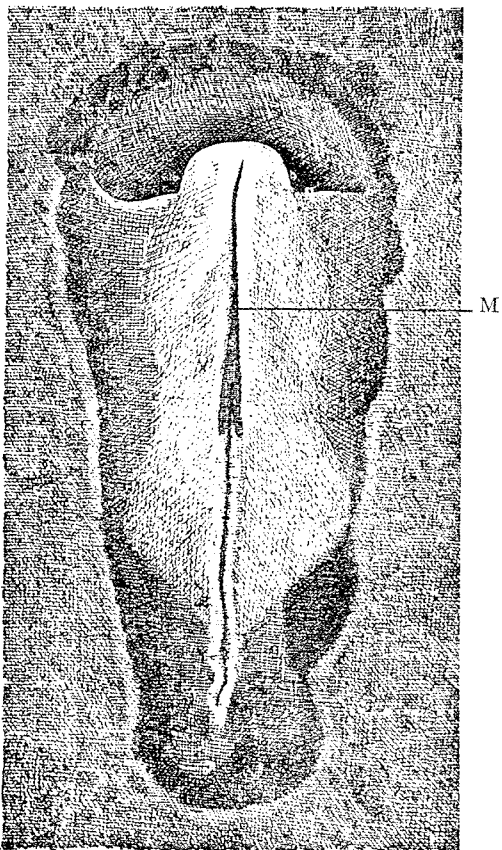
Wiederholt wurde erwähnt, daß der Typus die Neigung habe, «ganz» zu erscheinen, und daß an dem, was wir als Teil oder Region ansehen, der ganze Typus wirkt und zur Erscheinung strebt. An der Kopfbildung der Wirbeltiere sollen diese Verhältnisse erläutert werden. Im Hinblick auf das ausgedehnte Stoffgebiet des Kopfproblem es kann es sich nur darum handeln, einige Streiflichter auf das Werden und Sich-Herausbilden der Kopfregion im Sinne des Typus zu werfen. Die Thematik, die uns hier entgegentritt, beherrscht in einschneidender Weise die vergleichende Anatomie; denn es handelt sich dabei darum, eine grundlegende Anschauung über die Beschaffenheit des «Urkopfes» zu gewinnen. Zwei Ansichten treten sich hauptsächlich gegenüber. Die eine blickt auf die Metamerie des Körpers und sieht, wie sich die Segmente folgen; sie richtet ihr Augenmerk auf diejenige Stelle, wo diese regelmäßige Folge gegen den Kopf hingeht und in den Kopf selbst eintritt. Dabei kann sie verfolgen, wie Segmente in die Kopfbildung, in den Nervenkopf, in den Knochenschädel aufgenommen und einverschmolzen werden. Sie folgt der segmentalen Anordnung, die immer undeutlicher wird, und verfolgt sie mit dem Auge der Forschung auch da weiter, wo sie für die unmittelbare Anschauung geschwunden ist. Für diese Ansicht gelten die unter der Kopfregion auftretenden Kiemenbögen als Zeugnis einer das Vorderende des Körpers ursprünglich ganz einnehmenden Gliederung. Durch diese und noch weitere Tatbestände kommt sie zum Schluß, daß das Kopfgebiet seinem Ursprung nach ein metameres Gebilde wie der Rumpf, ja im Sinne des Rumpfes sei, und daß der in der Evolution immer mehr erscheinende «Kopf» die Umwandlung einer segmentalen Organisation darstelle. Dieser Ansicht steht die andere gegenüber. Sie sieht eine vordere Partie am Organismus der Wirbeltiere hervortreten, die keinerlei Kennzeichen einer Metamerie zeigt, ja sogar gegen die Metamerie wirkt, d. h. sie zurückdrängt, aufsaugt oder aufhebt. Nach dieser Ansicht wirken zwei Prinzipien im Bereich des Kopfes: das eine fin-

det seinen Ausdruck in einem vorderen oder oberen, unsegmentierten Abschnitt, den man als eigentlichen Urkopf ansehen kann, das andere wirkt in der Segmentbildung vom Rumpfe her und tritt in intensive Wechselbeziehung zu jenem. Das Ergebnis des Zusammenwirkens dieser beiden Bildearten ist die eigentliche Kopfbildung der Wirbeltiere auf verschiedener Stufe der Entwicklung. – Das geschichtliche Auftreten der beiden Anschauungen soll hier nicht geschildert werden; ebensowenig die Kontroverse, die seit Jahrzehnten von den bedeutendsten Forschern ausgetragen wird. Wenn man sich in die vorliegende Problematik hineinbegibt, so läßt sich festhalten, daß zwei Blickrichtungen dem Kopfgebiet gegenüber in der Forschung angewandt werden. Verfolgt man die eine dieser Blickrichtungen, so kommen metamere Bildungen in vielfacher Art zur Beobachtung; es zeigt sich ein Weben und gegenseitiges Verweben der Gliederungen. Wendet man die andere Blickrichtung an, so tritt Ungegliedertes vor das Auge, das aber mit jenen Gliederungen in lebendige Zusammenhänge eintritt. Die Kontroverse ergibt sich, wenn man *ein* Prinzip für sich allein festhält, seine Elemente zusammenbringt und zu einem Ganzen werden läßt; so gelangt man zu Vorstellungen, die sich als Gegensatz zu denjenigen erweisen, die aus der Wirksamkeit des *anderen* Prinzips sich ergeben. Was uns als Leitmotiv dienen soll, ist die Tatsache, daß *beide Blickrichtungen* durch den Gegenstand selbst wahrhaftig gefordert werden. Man muß also zunächst gewissermaßen von zwei Seiten her auf die Kopfbildung schauen, wenn man alles auffassen will, was sich der Beobachtung darbietet. (Später kommen noch weitere Blickrichtungen dazu.)

Auf einem frühen Stadium der Keimesentwicklung (von den noch früheren sehen wir in diesem Zusammenhang ab) breitet sich rückwärts eine mächtige Platte aus, in deren Mitte, längs verlaufend, sich das Nervensystem einsenkt, wie es Figur 2 schematisch im Querschnitt andeutet. Der vordere Teil dieser eingestülpten Nervenanlage bildet sich zum Gehirn, der hintere zum Rückenmark aus. Auf diesem Stadium kann aber von Segmenten oder Urwirbeln nicht die Rede sein. Figur 142 stellt die Keimscheibe einer Ente dar. In der Mitte liegt der Keim; das vordere Ende ist hell und in der Zeichnung nach oben gerichtet. Die dunkle Rinne im vorderen Teil, mit «Medullarrinne» bezeichnet, ist die Stelle, wo das Nervensystem sich einsenkt. Figur 143 weist einen bedeutenden Weitersschritt in der Entwicklung auf. Die vordere («Kopf»-)Partie hat sich mächtig entfaltet; mit I, II, III sind die Gehirnbläschen markiert. Weiter nach hinten haben sich beidseits der Mitte die ersten Urwirbel angelegt. Es handelt sich wieder um einen Entenembryo. Figur 143 gibt demnach einen Zustand wieder, der eine Weiterentwicklung des Zustandes von Figur 142 bedeutet. Während bei Figur 142 noch keine metamere Bildung eingesetzt hat, ist sie in Figur 143 aufgetreten; sie beginnt aber nicht vorne am Keim, sondern *hinter* der vorderen Region an der Stelle, die als «erstes Ursegment» bezeichnet ist. Dieses Bild offenbart somit klar einen Bereich, der außerhalb der Körpersegmente oder Urwirbel liegt; die Urwirbelregion schließt sich hinten an diesen Bereich an.

Noch an einem anderen Beispiel seien diese Verhältnisse erläutert (Figur 144). Drei Stadien aus der Forellenentwicklung sind dargestellt.

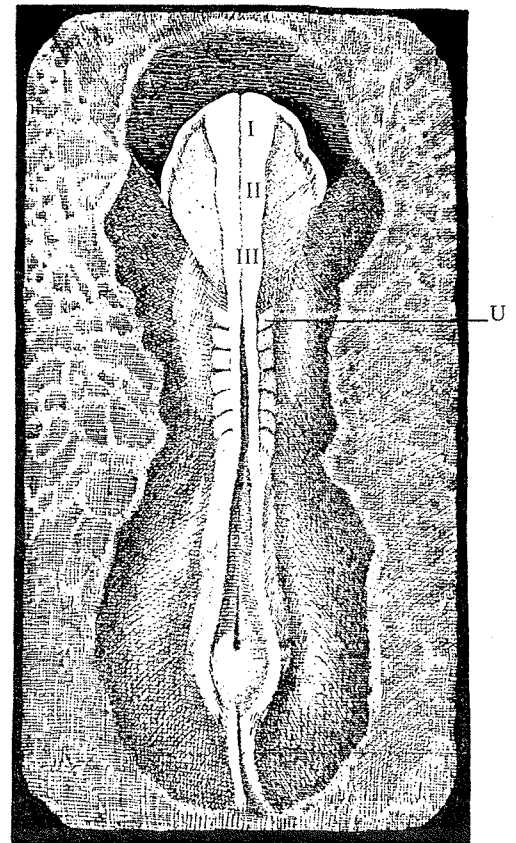
142. Figur
Keimscheibe der Ente. In der Mitte liegt der Keim; seine Längsrichtung ist oben-unten in der Zeichnung. Nach oben der «Kopfpol». M (Medullarrinne) markiert die Gegend, wo sich das Nervenrohr einsenkt. (Also derselbe Vorgang, der in der Figur 2 im Querschnitt dargestellt ist.) Urwirbel sind keine vorhanden, also auch noch keine Metamerie. (Aus Corning, Entwicklungsgeschichte des Menschen 1921.)



In A ist am Keim die vordere, unsegmentierte Region erkennbar (in der Zeichnung nach oben gerichtet); an ihr bilden sich beiderseits die Augenanlagen aus; diese sind in B und C sichtbar. In C ist aber schon eine ganze Reihe von Urwirbeln entstanden, die sich nicht in den vorderen Bereich hineinstrecken. (Die Kügelchen rings um den Keim gehören der Dottermasse an.) Damit sind Beziehungen erwähnt, die für die Wirbeltiere typisch sind. An dem vorderen, zum Gehirn sich umwandelnden Teil des Keimes entstehen die Anlagen der Sinnesorgane (vor allem Nase, Auge, Ohr). Damit ist der Sinnes-Gehirnkopf angelegt, der sich in den Klassen der Wirbeltiere verschieden fortentwickelt, jedoch immer seinen Ursprung aus *unsegmentierten* Anlagen und Organen nimmt, die durch Einstülpungen entstehen und als Bläschen des Ohres, des Auges, des Gehirnes erscheinen. Diese ganze Region offenbart sich durch ihren Formenstil als dem Gebiete der Hohlformen im Sinne des Typus zugehörig. Mit der Ausbildung des Sinnes-Gehirnkopfes geht die Schädelentfaltung Hand in Hand. Die Augen-, Ohren- und Gehirnhöhle u. a. entstehen, wodurch sich immer mehr eine coeloforme Konstitution ergibt. An diese grenzt von hinten her der Rumpf mit seinen Urwirbeln an, die auf der Rückenseite des Keimes beiderseits längs der Mittellinie sich hinziehen. Zwischen ihnen liegt derjenige Teil des Nervenrohres, der im Zusammenhang mit ihnen zum Rückenmark wird. Auf solche Weise kommt zwischen Nervensystem und Rumpfsegmenten ein gegliedertes Verhältnis zustande. Aus den Rumpfsegmenten (Urwirbeln) gehen u. a. Rumpfmuskeln und die späteren Wirbel hervor. Hier herrscht also metamere Ordnung in hohem Maße. Wir gelangen damit – dies alles kann nur in rohen Strichen skizziert werden – zur Kenntnis von zwei Gebieten. Erstens entsteht der metamere Organismus, bei dem wir vor allem Wirbelsäule und Rückenmark ins Auge fassen. Zweitens kommt die eigentliche Kopfregion mit den Sinnesanlagen, der Gehirnbildung und der Schädelentwicklung, ohne Metamerie, mit Einstülpungen und Blasen, d. h. Hohlformen in Betracht.

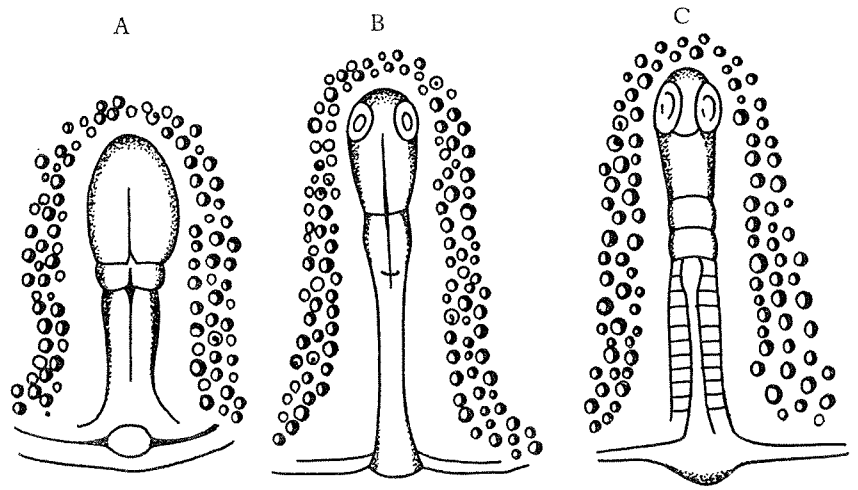
Diese beiden Gebiete, Sinne, Gehirn und Schädel einerseits, Wirbelsäule und Rückenmark andererseits, grenzen aneinander, so daß gerade in dieser Zone die Gesetzmäßigkeiten, welche die beiden Gebiete beherrschen, in besonderem Maße studiert werden können. Die Fragen, die sich da in aller Schärfe stellen, sind: wie steht es mit der Metamerie gegen das Kopfgebiet hin, geht diese überhaupt in den Kopf hinein? Wie weit geht sie allenfalls? Und wie wirkt umgekehrt der Hirn-Sinneskopf gegen die Wirbelsäule, gegen das Rückenmark hin? Bevor auf diese Fragen näher eingegangen werden kann, muß noch ein weiteres Element erwähnt werden, das in das ganze Geschehen

ANMERKUNG. Die weiteren Schicksale dieser Organe sollen hier nicht ausgeführt werden. Gerade aber die Entwicklungsstadien des eigentlichen Schädels zeigen aufs deutlichste die Zugehörigkeit zum Gebiet der Hohlformen, indem sich häutige, knorpelige und knöcherne Bildungen und Umbildungen solcher Art immer wieder hervorbringen (Sinneshöhlen, Gehirnhöhle, primäre, sekundäre Gestaltungen der Kopfhohlformen).

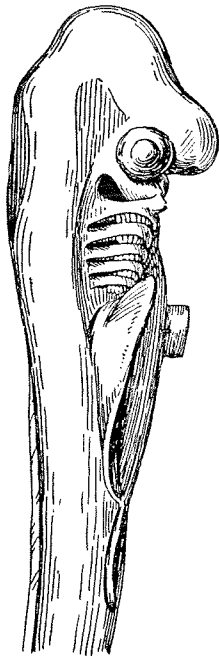


143. Figur
Keimscheibe einer Ente mit 7 Ursegmenten. Die Metamerie hat eingesetzt. Ihre vorderste Grenze ist mit U (erstes Ursegment) bezeichnet. Vorne die Gehirnanlage (I, II, III, die drei Gehirnbläschen). In diesem vordersten Teil ist Metamerie im Sinne des Rumpfes nicht nachweisbar. (Aus Corning, Entwicklungsgeschichte des Menschen 1921.)

144. Figur
 Drei Stadien aus der Entwicklung der Forelle.
 (Der Keim ist wie in der Figur 142 orientiert.)
 In A die mächtige, vordere, der «Kopfreion»
 entsprechende unsegmentierte Partie.
 An dieser seitlich vorne die Augenanlagen (B)
 In C nach hinten die Metamerie (Urwirbel).
 Rings um die Keimscheibe Dottermaterial.
 (Nach Kopsch,
 aus Korschelt und Heider 1936.)



145. Figur
 Embryo eines Rochens in Seitenansicht.
 Oben die gewaltigen Hirnanlagen; weiter die
 Augenanlage; hinter dieser (in der Zeichnung
 unter dieser) die *Bogenbildungen*. Die regelmäßige
 Folge dieser Bogen ist zu erkennen.
 (Aus Corning, Entwicklungsgeschichte
 des Menschen 1921.)



hineinspielt: die Kiemenbogen. Sie legen sich bei den Wirbeltieren als eine Reihe gleichartiger Spangen unterhalb der eigentlichen Kopfregion an, im Zusammenhang mit den Kiemengängen, mit Muskeln, Gefäßen, Nerven usw. Diese Kiemenbogen und ihre Mitorgane haben in der Tierreihe die eigenartigsten Schicksale; doch sind sie zuerst metamerisch geordnet. Sie treten erst auf, wenn die Urwirbel schon fortgeschritten angelegt sind; auch liegen sie nicht wie diese rückenwärts, sondern kommen vorne seitlich im sogenannten Kopfdarm zur Entwicklung. Auch ist der Hergang ihres Werdens wesentlich anders als derjenige der Urwirbel. Trotzdem aber treten sie, wie gesagt, mit metamerem Charakter auf. Figur 145 gibt den seitlichen Anblick vom Embryo eines Rochens. Man sieht die umfassende Anlage des Gehirns, dann diejenige des Auges; hinter ihr erkennt man die Folge der sechs Bogen (Mandibularbogen, Hyoidbogen, erster Kiemenbogen, anschließend noch drei weitere Kiemenbogen), weiter nach hinten folgen die Flossen.

Damit tritt in der Keimesentwicklung ein drittes Gebiet auf, das zu den erwähnten zwei im Kopfgebiet hinzukommt und an diese von unten angrenzt. Wieder ist es ein metameres System, das an den Schädel anstößt, doch verläuft es *nicht im Rhythmus des Rumpfes*; man spricht deshalb von «Branchiomerie». Das Schädel- und Kiemenskelett eines Haifisches soll uns dies verdeutlichen (Figur 146). Man erkennt die Schädelbildung mit der Nasenöffnung, der Augenhöhle, dahinter Labyrinth- und Hinterhauptsregion. Die letztere stößt an die Wirbelsäule (cv) an; da liegt die mehrmals genannte Grenze zwischen Schädel und Wirbelsäule, zwischen coeloformer und metamerer Bildung. I bis VIII bezeichnen die Spangen der Kiemenbogen, wobei I zum Kieferbogen umgebildet ist (o und u). Die Ordnung I bis VIII stellt die erwähnte Branchiomerie dar. (Metamere Anordnung, die aber zeitlich, räumlich und in der Bildungsart nicht im Rhythmus des Rumpfes geordnet ist.) – In dem vorderen Körperbereich wirken also in lebendiger Wechselbeziehung miteinander:

1. die Region, die das Gehirn, die Kopfsinne und den Schädel umfaßt;

2. die Region der Metamerie im Rumpfbereich (Wirbelsäule, Rückenmark);

3. die Kiemenregion.

Indem nun Nerven, Gefäße, Muskeln, Skeletteile und Sinne dieser Regionen in ihren Gesetzmäßigkeiten zusammenwirken, einander aufheben, ineinander übergehen usw., entsteht eine Art *plastischer Partitur*. Aus der verwirrenden Fülle der Verhältnisse greifen wir einige Motive des Geschehens im Kopfbereich heraus.

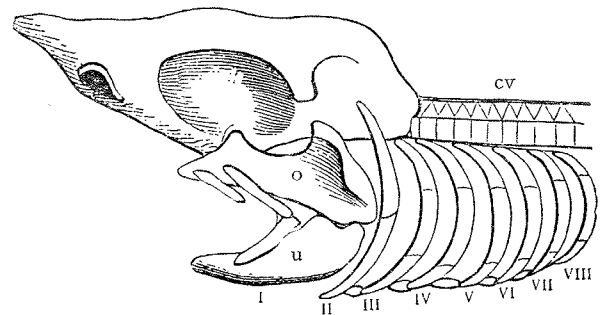
1. Die Wirbelsäule grenzt an den Schädel an. Das ist aber kein totes Anstoßen. Einige ihrer Elemente (Wirbel) werden in den Schädel aufgenommen und zur Hinterhauptsregion umgebildet. Während die Rundmäuler keine solche besitzen, sind bei den höheren Formen segmentale Teile der Wirbelsäule in den Schädel übergegangen und bilden das Hinterhaupt, das sich in die Gesamtform des Schädelgewölbes einfügt. Metamere Natur rückt hier in den Bereich einer umschließenden Hohlform und wird in diese hineingebildet.

2. Das Rückenmark wird in seinem vordersten Abschnitt in ähnlicher Weise in den Bereich des Schädels gezogen; doch trägt dieser in den Schädel eingetretene Abschnitt als sogenannter zwölfter Hirnnerv noch durchaus segmentalen Charakter. Obwohl er aus dem Schädel kommt, bewahrt er den metameren Zustand.

3. Das führt zur Frage: wie weit reicht eigentlich die Gliederung, die am Rumpfe auftritt, in den Schädel hinein? Unter 1 und 2 wurden deutliche Einbeziehungen metamerer Natur ins Kopfgebiet erwähnt. Sucht man in der Keimesentwicklung nach einer Fortsetzung der Rumpfgliederung in den Kopfbereich hinein, so sieht man den metameren Stil schwinden; im eigentlichen Gehirn-Sinneskopf ist sie nicht vorhanden. Damit ergibt sich als ein weiteres Motiv das Hinschwinden von metamerem Rhythmus.

4. Metamerer Rhythmus tritt dagegen in anderer Form auf. Einige Gehirnnerven stehen mit der Kiemenregion in Verbindung. Sie senken sich also in eine segmentale Organisation hinein und nehmen dadurch selber bis zu einem gewissen Grade segmentale Art an. So wie sich die Rückenmarksnerven mit den Rumpfgliedern verbinden, so verbinden sich gewisse Gehirnnerven mit den Kiemenbogenabschnitten. Doch ist ihre segmentale Regelmäßigkeit, wie gesagt, nur bis zu einem gewissen Grade vorhanden; sie dehnen sich verschieden weit aus und konzentrieren sich teilweise. Auf das mannigfaltige Verhalten der Hirnnerven kann hier nicht eingegangen werden; doch soll auf diejenigen hingewiesen werden, die vom Gehirn her, d. h. von seinem hinteren Abschnitt her, in einer gewissen wiederholenden Folge auftreten und ein Verhältnis zu einer metameren Bildung, der Kiemenregion, eingehen. Während wir vorher Metamerie in die eigentliche Kopfbildung übergehen, dann wieder in deren Bereich schwinden sahen, tritt sie uns hier vom Gehirn her entgegen; sie kommt an diesem Organ zum Vorschein, das gerade Prototyp einer anderen Gesetzmäßigkeit ist. Die Dinge verhalten sich wie bei einer Partitur, der verschiedene Themen zugrunde liegen, die sich immer wieder gegenseitig aufgreifen. Je genauer man die Tatbestände aufnimmt, um so eindringlicher erscheinen diese Gesetzmäßigkeiten bis in jede Einzelheit. So hat man es immer wieder damit zu tun, daß auch an unsegmentierten Hohlorganen Glie-

146. Figur
Schädel- und Kiemenskelett eines Haifisches.
Die Schädelkapsel unsegmentiert; nach hinten die Wirbelsäule cv; I–VIII die Bogen. Der I. ist in die Kieferbildung einbezogen, o und u.
Die Regionen mit ihren Gesetzmäßigkeiten (Schädel ohne Metamerie, Kiemenskelett als Branchiomerie, Wirbelsäule im Rhythmus der Rumpfmeterie) sind zu erkennen.
(Aus Gegenbaur, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere 1898.)



derungen hervortreten, daß Gliederungen in Hohlformen übergehen, daß Hohlformen Gliederungen aufzehren und zum Erlöschen bringen, daß Gliederungen hinwiederum auf Hohlformen segmentierend einwirken. So tritt beispielsweise schon in der ersten Gehirnbildung, die zu den Gehirnbläschen führt, eine *Folge* solcher Bläschen auf, deren Rhythmus mit dem Rumpfrhythmus nichts zu tun hat. Die Bläschen haben gleichsam eine eigene «Metamerie»; man spricht von Neuromeren («Nervengliedern»). «Die Bedeutung dieser ‚Neuromere‘ ist nicht klar. Ob diese ein Ausdruck sind für eine ‚metamere Gliederung‘ des Gehirns oder nur durch Wachstumsveränderungen an verschiedenen Stellen der Wandung zustande kommen, ist nicht entschieden. Die hinteren sechs dieser Neuromere sind wiederholt in Zusammenhang mit den Hirnnerven gesetzt worden, derart, daß jedem dieser Neuromere ursprünglich ein Nerv zukommt. *Die vorderen fünf ‚Neuromere‘* jedoch stehen aber offenbar mit keinen Hirnnerven in Verbindung... Während die fünf vorderen Bläschen in ihrer weiteren Geschichte durchaus bekannt sind und ganz bestimmte Hirnteile erzeugen, können wir von den weiteren Schicksalen der hinteren Neuromeren wenig aussagen.» (v. Haller, Hdb. der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Bd. II, 1934). Für uns kommt in Betracht, daß die Tendenz des «Metamerisierens», wenn man so sagen will, immer wieder hervor- kommt, daß immer wieder der *ganze* Typus sich andeutet. Es tritt nicht einfach eine «Blase» auf, sondern die Hohlformen selbst werden von der Wiederholung ergriffen. Dieses Wirken des Typus ist ein unaufhörliches Weben seiner Glieder. Denn am Gehirn, das selbst eine Folge von Bläschen ist, kommt ja dann noch die erwähnte segmentale Reihe der Hirnnerven zur Erscheinung. Noch andere Gliederungen fügen sich zu diesen, um mit ihnen in die Kiemenregion einzutreten.

Ein Ganzes erhebt sich aber erst, wenn in das Bilden von Hohlformen und in das Weben von wiederholenden Gliederungen nun noch das axiale Prinzip des Typus hineinspielt.

Diesen Vorgang lernen wir kennen, wenn wir die Bogen der Kiemenregion in Betracht ziehen. Zunächst handelt es sich bei ihnen um gleichartige Bildungen, die in regelmäßiger Folge unter dem eigentlichen Kopfgebiet und der Wirbelsäule liegen (Figur 146 I bis VIII und Figur 145). In erweitertem Sinne kann man von einem metameren System sprechen, das mit der Kiemenatmung zusammenhängt; man spricht deshalb, wie erwähnt, von Branchiomerie, um die gegliederte Anordnung zum Ausdruck zu bringen. An diesem System vollziehen sich im Laufe der Wirbeltierentwicklung gewaltige Umänderungen. Zunächst wird es in seiner vorderen Partie in das Gebiet des Schädels gerückt, mit dem es in Verbindung tritt. Weiter schwinden ausgedehnte Partien der Kiemenregion; einige Bogen schwinden ganz, andere teilweise. Vor allem aber werden Kiemenbogen umgewandelt und zwar in einer Art, die grandiose Metamorphosen zur Offenbarung bringt; sie werden von ganz anderer Gesetzlichkeit ergriffen und in ganz andere Bereiche gezogen.

So sehen wir bei den Wirbeltieren aus Kiemenbogen hervorgehen:

Kieferbildungen

Gehörknöchelchen

Kehlkopf bildungen.

Wir erwähnen einige Beispiele.

Die Kiefer der Haifische sind der umgewandelte erste Kiemenbogen (Figur 146, wo I mit der Bezeichnung o und u diesen sogenannten *Kieferbogen* darstellt).

Die Gehörknöchelchen der höheren Wirbeltiere gehen durch Metamorphose aus den Bogen hervor. So entstehen aus dem ersten Bogen bei den Säugetieren Hammer und Amboß, aus dem zweiten der Steigbügel. Außerdem geht aus dem ersten Bogen bei den Säugetieren eine knorpelige Grundlage des Unterkiefers hervor. Außer dem Steigbügel liefert der zweite Bogen Teile des Zungenbeines; dieses wird fernerhin auch von dem dritten Bogen aufgebaut; der vierte und fünfte Bogen geht in das Skelett des Kehlkopfes ein. Ebenso wandeln sich entsprechend die Mitorgane, Muskeln, Nerven, Gefäße etc. um. (Vom Schicksal der Kiemenfurchen und Schlundtaschen soll hier abgesehen werden.)

Wir sehen somit diese ursprünglich gleichartigen Gebilde im Kopfgebiet in das Kiefer-, Gehör-, Zungen- und Kehlkopfskelett eintreten. Sie rücken *aus dem Rhythmus des Kiemenwesens heraus* und werden zu Raumgerüsten, die aber zugleich Bewegungsgestalten sind. Sowohl das Kiefer- und Zungenskelett als auch die Gehörknöchelchen und das Kehlkopfskelett stellen Raumfiguren dar und führen als solche Bewegungen im Raume aus, die ganz in diesen hineinorientiert sind. Natürlich sind auch die atmenden Kiemen «im Raume»; doch ist es nicht ihr Wesen als bewegtes und sich bewegendes Raumgerüst, in den Raum selbst hineinorientiert, zu wirken, mitzuwirken, einzuwirken. Was an Konstellationen der Gestalten beim Kiefer, Kehlkopf oder Ohr auftritt, steht ganz in einem Geschehen des Raumes; was sich hier vollzieht, gehört diesem Raum an, auch wenn es zu Innenräumen in Lagebeziehung steht; es konfiguriert sich in der Art der axialen Natur des Typus. So wie eine Gliedmaße, etwa ein Bein oder ein Arm, im Raume sich konfiguriert und in diesem entfaltet ist, so sind die Gehörknöchelchen im Raume entfaltet und stellen ein reines Raumsystem dar. Jedoch muß bei diesen axialen Bildungen berücksichtigt werden, daß sie in ganz andere Weltgebiete gestellt sind als Füße und Hände, und daß dementsprechend ihre Raumrichtungen, ihre Axenverhältnisse sowie ihr Strahlencharakter abgewandelt sind. Ihre Grundnatur ist aber raumfigürlich und raumbewegt. Man könnte das Skelett der Gehörknöchelchenreihe von diesem Gesichtspunkt aus eine Ton-Gliedmaße nennen; als Schwingungssystem gehören sie dem Raume ganz an, doch ist es eben akustische Gesetzmäßigkeit, von der sie gebildet und beherrscht sind. Gelenke, Gelenkaxen, Skelettkörper, die plastisch-räumliche Gestalt von Amboß, Hammer und Steigbügel erscheinen so, daß sich wirklich eine winzige Gliedmaße offenbart; aber eben eine Gliedmaße des Ohres! Ebenso steht es mit der Tonbildung im Kehlkopfgebiet; wie «innere Gliedmaßen» wirkt das Kehlkopfskelett; doch schafft es nicht im Schwerfeld Bewegungsgestalten, sondern durch verschiedene Stellungen und Schwingungslagen erzeugt es Töne. Beim Ohr und beim Kehlkopf ist die Axialität im Zusammenhang mit bewegten Luftformen und ihren Schwingungen entwickelt. Auch die Kieferbildung erscheint gliedmaßenartig im Raume wirkend, wenn auch, verglichen mit Ar-

men, Füßen etc., zusammengedrängt, verdichtet und gedrungen. Geht man die vielerlei Kieferformen der Wirbeltiere durch, die bald kompakt, bald in Skelettspangen locker, gelenkig, gelöst auftreten, so hat man im Erleben dieser Gebilde den Eindruck von *Extremitätenformationen*, die ihre Art unter dem Einfluß der Kopfregion angenommen haben. So finden wir axiale Art in eigenartiger Abwandlung im Sinnesgebiet (Ohrknochen), im Kopfgebiet als Kiefer, wobei in wesentlicher Weise das Gebiß hinzukommt, ferner im Zusammenhang mit der Luftatmung als Kehlkopfgestaltung; ebenso wirkt axiale Natur im Skelett der Zunge. Man wird diese Natur im Ohr, Kehlkopf, Kiefer, Zungengerüst umso mehr erkennen, je mehr man sich ihre Stellungen, Bewegungsachsen, Schwingungsformen, ihr ganzes Wirken vor Augen stellt. Doch muß festgehalten werden, daß sie sich unter dem Einfluß besonderer Weltbereiche herausbilden und deren Eigenart an sich tragen. Sie sind in solcher Art Ausprägungen des axialen Gliedes des Typus, wie es Beine, Arme, Flügel usw. in ihrer Art sind.

So erhebt sich der Kopf im Walten der Typusglieder zu einer Region des Organismus, die, obwohl sie Teil eines Ganzen ist, doch wieder wie ein Ganzes für sich erscheint und sich immer mehr zu einem «Universum in sich» vollendet. Die gewaltige Ausgestaltung der Kopfsinne, des Gehirnes und des Schädels im Charakter der Hohlformen, das Hereinwirken von Metamerien, die umgebildet, eingegliedert oder aufgehoben werden, das Auftreten von segmentartigen Bildungen auch am Gehirn, dann axiale Entfaltungen, welche die metamerischen Kiemenbögen umwandeln, dies alles läßt den Kopf als Ausdruck des Typus erscheinen und gibt ihm, trotzdem er nur ein Glied des ganzen Körpers ist, eben das Gepräge eines Ganzen. Doch ist das Gebiet der Hohlformen am Kopfe intonierend und umfassend. Schon in der Keimesgeschichte legt es sich ausgedehnt an (Figur 142, 143). Das Gehirn stellt eine mächtige Anlage dar; Augenblasen und Ohrbildungen kommen hinzu. Auch im Fortgang der embryonalen Entwicklung nimmt das coeloforme Glied des Typus im Kopfbereich eine überragende Stellung ein. Man betrachte den Embryo eines Huhnes (Figur 128); welch ungeheures Kopfgebilde (Sinnes-Gehirnkopf) ist da entfaltet. Ähnliche Verhältnisse lassen sich aber überhaupt bei den Wirbeltieren finden: von den Ursprüngen her, vom Keimgebiet her sind sie mit ungeheuren Kopfanlagen begabt. Das Hohlformgebiet ist beherrschend und tonangebend. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung gegen die Geburt hin, im Auswachsen des Tieres tritt der «Kopf» gegenüber Rumpf- und Extremitätenbildung immer mehr zurück. Man bedenke, wie winzig der «Kopf» des Huhnes im Verhältnis zum Körper ist, und vergleiche damit die embryonalen Proportionen (Figur 128). Die Tiere entfernen sich in ihrer Entwicklung von einem Zustand mit ausgedehntem Hohlformgebiet zu einem Zustand, wo dieses Gebiet zurückbleibt. Es darf hier vielleicht der Hinweis eingefügt werden, daß beim Menschen die ursprünglichen Anlagen im Kopfgebiet, vor allem diejenigen des *Gehirnes* nicht wie bei den Tieren zurückbleiben, sondern den Weg mächtiger Entfaltung besonders im Vorderhirn weiterhin nehmen, also im Sinne und Stil des Ursprunges sich fortentwickeln und die ursprünglich schon gewaltigen Anlagen weiter treiben. Der Mensch hält also eine Entwicklungslinie

ein, die im Ursprung schon zu erkennen ist, von der aber die Tiere abweichen. Doch stammen auch sie ursprünglich von einer Linie ab, wie sie die menschliche Evolution kennzeichnet. Das menschliche Haupt ist in vollem Sinne umfassend gebildet; eine solche überragende Entwicklung ist aber schon in seinem Ursprung veranlagt. Die tierischen Köpfe leiten sich ebenfalls von großen Anlagen her; doch mindern sich diese, sinken ein, treten zurück, indem andere Partien, z. B. der Freißchädel, ins Übermäßige getrieben werden. Sie führen die ursprünglichen großen Anlagen in der Entwicklung nicht weiter; diese bleiben im Verhältnis zu anderen Organen zurück. Eine *dem Ursprung gemäße* Entwicklung der Anlagen vollzieht der Mensch; er führt die Verhältnisse seines Ursprunges weiter, während die Tiere von ihrem in der Genese absinken. Diese Dinge lassen sich ablesen, wenn man das Hohlformgebiet am Kopf in seinem Werdegang verfolgt. (Gehirnentfaltung, Schädelgewölbe, Stirnbildung und ähnliches.) Diese Bemerkung, die sich aus der reinen Beobachtung des Typus ergibt, möge als *Aperçu* hierhergesetzt sein. Die sich ergebenden Ausblicke sollen an dieser Stelle nicht erörtert werden, ebensowenig die Einwände, die sich aus mancherlei Gründen ergeben.

ZUSAMMENFASSUNG. In der Kopfbildung wirken die drei bisher beschriebenen Glieder des Typus; es tritt also an einer Region der «ganze Typus» hervor. Der Teil wird dadurch in gewissem Sinne ein Ganzes; indem sich dieses voll entfaltet, entsteht der Kopf. Das vorherrschende Gebiet ist das coeloforme; es kommt in den Kopfsinnen (Auge, Ohr, Nase), im Gehirn und im eigentlichen Schädel zum Ausdruck. Die Beziehungen zur Metamerie des Rumpfes, der Wirbelsäule, des Rückenmarkes sind mannigfaltig. Es kommt zum Aufsaugen von metameren Elementen und zum Eingliedern von Segmenten. Die Rumpfmeterie ist im ursprünglichen Schädel (Urkopf) embryonal nicht vorhanden. Doch treten metamerenartige Gliederungen mehrfach auf; sogar am Gehirn, ferner bei einem Teil der Hirnnerven sind solche zu erkennen. Diese letzteren treten in Verbindung mit den Bogen der Kiemenregion; deren gleichartige Folge wird zum Teil reduziert, zum Teil in axiale Bildungen umgewandelt, wie sie im Kehlkopf-, Zungen- und Kieferskelett sowie in den Gehörknöchelchen gefunden werden. Ähnliche Umwandlungen vollziehen sich an den Mitorganen der Kiemenbogen. Damit geht metamere Ordnung in axiale Gestaltung über.

Von der Problematik der

drei beschriebenen Typusglieder.

Ausblick auf die Fortführung

der Typusbetrachtung

Es liegt in der Natur der Sache, daß das in dieser Schrift Vorgebrachte zahlreiche Fragen, Probleme, Einwände oder Gegenansichten hervorruft. Vor allem wird sich immer wieder die Frage aufdrängen, was denn *eigentlich* dieser «Typus» ist, ob es sich um eine idealistische Abstraktion, eine Art «dualistisches Gespenst» oder um eine Arbeitshypothese im herkömmlichen Sinne handelt. Anstatt theoretischer Erörterungen scheint es richtig und fruchtbar, durch das Leben selber das Wesen des Typus immer mehr hervortreten zu lassen. Das wird erreicht, wenn man immer wieder die *Anschauung* walten läßt und auf diese Weise den Typus immer wieder sozusagen neu entdeckt. Da er außerhalb aller Spekulation gewonnen ist, muß er im Schauen stets hervortreten. Liest man die Schriftzüge der Natur, so ersteht in solchem Lesen für die Erkenntnis die Gestalt, welcher die Bezeichnung Typus beigelegt ist. Ist eine solche Grundgestalt wirklich vorhanden, so muß sie sich mit Notwendigkeit der Betrachtung stets wieder ergeben. Faßt man z. B. den Chordatenstamm ins Auge und beschreibt man seine *Gestalten*, so ergeben sich in der reinen Beschreibung seiner Formen, Linien und Umrisse die Wesenszüge des Typus. Zunächst kommt alles darauf an, diesen zu gewahren und sich in seine Offenbarungen einzuleben, in ihnen zu leben. Das Entscheidende dabei ist, gleichsam Wahrnehmungsorgane für die Gebiete des Typus zu entwickeln. Tritt man einer Tier- oder Pflanzengruppe gegenüber oder auch einer einzelnen Lebensform, so ist es nötig und eigentlich selbstverständlich, den Typus ganz zu vergessen. Wenn man in seiner Wirklichkeit leben will, muß er immer neu erfahren werden. Nichts nütze wäre es, ihn im Futural irgend einer Dogmatik aufzubewahren. Wird er aber immer wieder neu erfahren, so ergibt sich eben nach und nach ein *Beobachtungsvermögen*, und dieses versetzt einen in die Möglichkeit, die Einwände, die Widersprüche, das Bedenkliche an den vorgebrachten Ansichten durch Naturbeobachtung selbst aufzuklären. Auf einige solche Punkte sei beispielshalber eingegangen. Es wurde schon erwähnt, daß es als

Unmöglichkeit erscheinen könnte, Gegenstände wie Radiolarienskelette und Wirbeltierknochen, insofern sie axenartig sind, zusammenzubringen. Man wird Anstoß daran nehmen, in diesen Bildungen *dasselbe* zu sehen; höchstens wird man zugeben, daß sie unter eine abstrahierende Kategorie «Stützgewebe» fallen. Doch um eine solche Abstraktion geht es hier nicht. Selbstverständlich steht ein strahliges Radiolarienskelett und ein Oberschenkelknochen unter ganz anderen Bedingungen und auf ganz anderer Stufe des Daseins. Ihre Verschiedenheit beruht gerade auf der Wirksamkeit eines weiteren Typusgliedes, das im zweiten Teil ausgeführt werden soll. Doch ebenso wie das Verschiedene beobachtet werden kann, kann ein Gemeinsames erkannt werden. Dieses ergibt sich, wenn man sich ganz in den Raum versetzt und in diesen Richtungen, Strahlen, Axen als *reines Geschehen* (unter ganz verschiedenen Bedingungen, in ganz verschiedenem Kräfte-spiel) in ihrem Wirken erlebt. Das ist keine Abstraktion, sondern ein unmittelbares, erlebendes *Erfahren*. In verschiedenem Bereich, in anderem Weltgebiet ist das Element der Raumgerüste und Raumgitter dasselbe. Es wirkt dieselbe Grundnatur, und darauf kommt es an.

Ebenso kann beim metameren, gliedernden Gebiet gefragt werden: *was* wiederholt sich eigentlich? Man könnte auch da einwenden, daß damit ein so allgemeiner Begriff eingeführt wird, daß jede Charakteristik dahinfällt. Und doch ist eine eigene Wirksamkeit, ein wirkliches Gebiet erfaßt, wenn man die gliedernde, wiederholende Natur der Metamerie kennzeichnet. Sie hat eine alles durchdringende und gleichsam ins Unendliche fortwirkende Art. Es wäre abstrakt, eine wiederholte Einheit aufzustellen und zu definieren. Damit käme man nicht weit. Denn dieses Glied des Typus wirkt auch in den anderen Gliedern darin; umgekehrt erscheinen diese wieder an ihm. (Siehe z. B. «Die Gestalt von Ei und Samen in reifem Zustand».) Auch hier ist es entscheidend, in seinem Wirkensstrom beobachtend zu leben. Wo das Glied rein wirkt, zeigt es eben dieses unendliche Fortwirken. Man könnte von einem *Beharrungsvermögen* sprechen; nur muß dabei berücksichtigt werden, daß es ein tätiges, dahinfließendes Wirken mit seinem eigenen, ihm innewohnenden Gesetz ist. Wirken andere Faktoren nicht ein, bleiben gewisse Bedingungen erfüllt, so zeigt sich eben dieses «unendliche» Fortwirken. Solchermaßen teilen sich gewisse Lebewesen in gleichartiger Wiederholung immerfort; man hat unter gleichen Bedingungen während 10 Jahren durch 4500 Generationen hindurch diesen Rhythmus beobachtet. Bei ändernden Faktoren tritt Generationswechsel ein. Korschelt berichtet, daß er von 1881 bis 1936, also 55 Jahre hindurch, bei einem Ringelwurm (*Ctenodrilus*) den Vorgang wiederholender Teilung beobachtete. Dabei sind solche Beispiele ja zwerghaft, verschwindend im Vergleich zu den wahren Naturverläufen.

Auch für die Hohlformbildungen kann etwas Ähnliches geltend gemacht werden. Äußerlich betrachtet scheint nichts erreicht, wenn etwa Muschelschalen, Panzerbildungen und Gehäuse mannigfacher Art zusammengebracht werden. Natürlich stehen auch diese Dinge auf verschiedener Stufe des Daseins und in grundverschiedenen Weltgebieten. Aber im beobachtenden Erleben ergibt sich der Zusammenhang zwischen Panzerschalen und Muscheln und Gehäusen mannigfacher Art (siehe z. B. «Die Krebse»). Tritt nun an einem Organismus eine

ausgedehnte metamere Partie auf, so kann das Hohlformwesen sich auch nur regional auswirken. Man hat es dann nicht mit Gesamtpanzern, sondern etwa mit Kopfschilden oder Kopfpanzern zu tun. In solchem Sinne vereinigen sich dann die Kopfpanzer der Trilobiten, der Carapax vieler anderer Krebse, der Schild der Pfeilschwanzkrebse, die Panzerköpfe der Ostracodermen, die Schädel gewisser ausgestorbener Amphibien usf. im Gebiete der Hohlformen.

So handelt es sich vor allem darum, den Typus immer wieder neu zu finden, eine Art erkennendes Wahrnehmungsorgan auszubilden und in seinem Bilden und Schaffen zu leben. Doch gelangt man im Ausüben dieser Tätigkeit zu einem höchst merkwürdigen Beobachtungsergebnis. Lebt man sich in die Organisation etwa eines höheren Wirbeltieres ein, an dem sich alle drei Typusglieder bis zu einem gewissen Grade anzeigen, und durchdringt man jedes von ihnen in seinem Bezirk und seiner Eigenart, so erweist es sich, daß, soweit diese Gesetzmäßigkeiten maßgebend sind, kein Grund vorhanden ist für die Einheitlichkeit des ganzen Organismus, daß sogar, wenn *nur* die drei bisher beschriebenen Typusglieder wirken würden, der Organismus auseinander fiel. Das Auseinanderlegen in die drei Glieder kann erfaßt werden, aber nicht das Zusammenwirken, das Zusammenhalten, das Erscheinen als Einheit. Das einheitliche Erscheinen und das Zusammenwirken ist eine Erfahrungstatsache; jedoch kann der Grund dafür nicht in den Gebieten des Coelofornen, Metameren oder Axialen gefunden werden. Im Gegenteil, mit diesen Gebieten allein käme es zu einem Auseinanderfallen in die verschiedenen Systeme. Man wird so durch die Typusbetrachtung selber zu einer seltsamen Rätselfrage geführt. Es handelt sich dabei nicht um eine ersonnene Konstruktion oder um ein ausgedachtes Problem, sondern um die ganz konkrete Situation, die sich gerade dann ergibt, wenn man intensiv in den Organisationen der Organismen mit der Beobachtung lebt. Sie fallen *für die Anschauung* tatsächlich auseinander, wenn nur die drei bisher beschriebenen Glieder des Typus berücksichtigt werden. Das heißt aber nichts anderes, als daß sich dieser Anschauung noch etwas entzieht. Es verbirgt sich etwas für die Beobachtung; denn die Organismen zerfallen in Wirklichkeit ja nicht in die einzelnen Systeme. Sie erscheinen als «Ganzes». Mit anderen Worten: der Typus ist mit der Anschauung des Coelofornen, Metameren, Axialen nicht umfaßt und erschöpft; außer diesen drei Gliedern muß noch «etwas anderes» da sein und wirken; die drei beschriebenen Grundanschauungen haben dieses «Andere» aber nicht im Blickfeld, sie reichen nicht aus, es zu erkennen. – Noch eine andere Rätselfrage kommt hinzu. Wir finden in den Tierstämmen Stufen, z. B. Fische – Amphibien – Reptilien – Säugetiere bei den Wirbeltieren. Die einzelnen Stufen erkennen wir als verschiedene Ausgestaltungen der Typusglieder. Doch sagen diese nichts aus über das *Wesen* dieser Stufen. Wohl breiten sich die Systeme des Typus immer wieder in den Formkreisen aus, steigern sich darin; aber gerade die Stufen, die Etappen – Fische – Amphibien – Säugetiere usw. – gehen nicht aus den einzelnen Systemen hervor. Was aber faßt Kopfregion, Rumpfreion mit einem sich immer mehr steigenden axialen System zusammen? (Bei Fischen – Reptilien – Säugetieren? Dann wieder bei den Kreisen der Säugetiere?)

Solche Rätselfragen häufen sich und werden um so dringlicher, je gründlicher die Organismen in ihren coeloformen, metameren und axialen Ausgestaltungen erkannt werden. Wenn diese auch zusammen-, ineinanderwirkend gefunden werden, so folgt *aus ihrer Natur* noch nicht ein solches Zusammen- und Miteinanderwirken. Mit «Erklärungen» oder allgemeinen Thesen von der Ganzheit der Natur oder der Einheit des Alls usw. ist dieser Rätselgestalt nicht beizukommen. Was geschehen kann, ist: das Rätsel in seiner vollen Gestalt und in voller Klarheit aufwerfen und in der Hingabe an dieses, um Erfahrung ringen. In wunderbarer Klarheit kann uns das Rätsel vor Augen treten, wenn wir das menschliche Skelett betrachten. Da stellen sich die drei Glieder morphologisch voll ausgestaltet, in harmonischem Zusammenklang dar und sind doch unvermögend, die Eingestalt in der Dreigestalt zu erschaffen. Im Haupt finden wir Bildungen des Hohlformwesens: Höhlen, die sich ganz im Inneren halten, andere, die sich nach außen öffnen. Die Grundlagen des Gehirn-Sinneskopfes sind in der Schädelarchitektur als Kapseln, Gewölbe, Nischen, grottenartig, umhüllend, umfassend, überwölbend vorhanden. An dieses wunderbare Gebäu der Innenformen, der Innenaußenformen reiht sich eine Region, die metamer bestimmt ist; die Wirbelsäule mit ihren Mitorganen tritt hier als prächtige Gliederung und Folge auf. Die Höhlennatur tritt beim Rumpfgebiet im Vergleich zum Kopf zurück. Das segmentale Element herrscht. Daran setzt sich die axiale Gestaltung an. Die Gliedmaßen mit ihren Ansatzgürteln entwickeln im Raum ihre Strahlen- und Axenknochen. Auf solche Art sind die Typusglieder, die bisher beschrieben wurden, am menschlichen Skelett ganz offenbar. Doch was schafft die eine, einheitliche Gestalt bei dieser dreifachen Entfaltung? Was wirkt hier noch? Ergibt sich hier keine Erfahrung, so bleibt der Typus ein zerfallender Torso. Solchermaßen wird uns die Welt, in die wir uns einleben, in der wir die mächtigen Gebiete der Hohlformen, des metameren Rhythmus, der axialen Strahlenbildung als Glieder einer Grundgestalt erkennen, zum Rätselwesen, das sich zwar ankündigt, das sich aber den errungenen Anschauungen verhüllt. Diesem «offenbaren Geheimnis», diesem verborgenen und doch offenbaren Gliede des Typus soll der nächste Teil gewidmet sein.