

Allgemeines

über die

Entwicklung der Wirbelthiere

von

Dr. S. Stricker.

Vortrag, gehalten am 14. December 1863.

In dem Leben eines jeden Wirbelthieres scheiden sich zwei, in der Regel ungleich grosse Zeitabschnitte durch eine auffallende Grenze ab. Das Thier lebt nämlich eine Zeit hindurch eingeschlossen; es bildet nebst manchen anderen Bestandtheilen den Inhalt einer oder mehrerer übereinander geschichteten Hüllen; dann aber machen sich Einflüsse geltend, in deren Folge diese Hüllen einreissen, das Thier wird frei und so in die Lage versetzt, seinen Standort nach Willen und Kräften zu verändern.

Bei Thieren, welche, wie wir uns ausdrücken, lebend geboren werden, ist das eben bezeichnete Freiwerden mit der Geburt gegeben. Andere werden sammt den sie umschliessenden Hüllen zu Tage befördert, und müssen dann noch länger oder kürzer in ihnen verweilen, bis sie die zum Auskriechen nöthige Reife erlangen. Noch andere endlich beginnen ihr selbstständiges Leben erst, nachdem die für sie bestimmten Stoffe von den Elternthieren abgetrennt wurden. Solche verleben die ganze Zeit ihrer Gefangenschaft im Wasser, befreien sich dann selbst aus den Hüllen,

um in ihrer Weise des Genusses einer freiwilligen Ortsveränderung theilhaftig zu werden.

Während der Gefangenschaft wird das Thier für das zukünftige freie Leben vorbereitet. Das Materiale, aus welchem es seinen Anfang genommen hat, vermehrt sich, gestaltet sich um und ordnet sich zweckmässig an, um jenen hochcomplicirten Organismus hervorgehen zu lassen, wie er uns an einem vollendeten Wirbelthiere entgegtritt. Wir bezeichnen diesen Zeitabschnitt ganz besonders als die Periode der Entwicklung, das Thier selbst aber während desselben nennen wir einen Embryo.

Ich habe Ihnen durch diese kurze Erläuterung das Gebiet abgegrenzt, auf welchem sich unsere heutige Unterhaltung bewegt, und ich will Ihnen nun ein Bild von dem Materiale entwerfen, welches dabei in Frage kommt.

Während einer bestimmten Zeit seines Lebens besteht der Embryo aus einer grossen Anzahl kleiner Körperchen, welche etwa wie mannigfach geformte Bausteine über und neben einander geschichtet sind, so dass die äusseren Contouren des Ganzen nirgends jene eckigen starren Formen verrathen, wie wir sie bei nicht organisirten Körpern antreffen. Diese Körperchen sind so klein, dass wir sie mit unbewaffnetem Auge nicht sehen können, und so weich, dass

sie die mannigfachsten Formveränderungen eingehen und erleiden können.

Die Embryonalzellen, so nennt man nämlich diese Körperchen, sind zwar noch nicht die Endelemente, aus welchen ein Embryo zusammengesetzt ist; sie sind es nicht einmal für unser Auge, da wir an ihnen bei stärkeren Vergrößerungen manche Einzelheiten unterscheiden können. So hat jedes Körperchen in seinem Leibe eine kleinere, einem Fetttröpfchen ähnliche Kugel eingebettet, und ist sein Leib selbst aus zahllosen noch feineren Körnchen zusammengesetzt, welche durch ein zähflüssiges Bindemittel aneinander gehalten werden. Wir müssen sie aber als Elemente betrachten, weil sie sich als die einfachsten Körper erweisen, an welchen man noch Lebenseigenschaften wahrnehmen kann. Eine solche Embryonalzelle lässt uns die Resultate eines Stoffwechsels erkennen, sie ist einer gewissen selbstständigen Bewegung fähig, und kann endlich ihres Gleichen erzeugen.

Ich werde Ihnen diese Erscheinungen bei einer anderen Gelegenheit nach Thunlichkeit anschaulicher machen. Ich wollte Ihnen vorläufig nur das Tatsächliche vor Augen führen, damit Sie sich nicht wundern, wenn Ihnen nun Verhältnisse entgegen treten, bei welchen die embryonalen Zellen gleichsam als thätige Individuen in Rechnung kommen.

Ein Embryo ist mit einem im Entstehen begriffenen Bauwerke zu vergleichen; mit einem Bau-

werke aber, dessen Steine dort, wo neues Material nöthig wird, ihres Gleichen erzeugen, selbstständig an den Ort ihrer Bestimmung gelangen, sich nach Bedürfniss umformen, vergrößern oder verkleinern und endlich fest an einander schmiegen. Wie aus solchen Elementen ein kunstvoller Bau entstehen kann, braucht uns daher gar nicht räthselhaft zu erscheinen.

Sie werden freilich einwenden, dass Sie den Dingen nun doch nicht auf den Grund sehen, dass Ihnen die letzten Kräfte immer noch verborgen bleiben, jene geheimnissvollen Kräfte eben, welche all diese Arbeit zu Stande bringen.

Aber, will ich sie dagegen fragen, verursacht Ihnen die fachgerechte Durchführung eines Feldmanöuvres jemals deswegen Unbehagen, weil Ihnen die letzten Kräfte unbekannt bleiben, welche die Beine der Mannschaft bewegen? Sind Sie da nicht vollkommen durch das Bewusstsein befriedigt, dass Sie leibhaftige lebende Soldaten vor sich haben?

Sie dürfen daher billigerweise keine weitergehenden Forderungen stellen an Actionen, welche von Natur aus, ich möchte sagen, mit Scharfsinn unseren Blicken entzogen sind, zu deren Verständniss wir nur durch anhaltendes Prüfen und Vergleichen gelangen, und bei welchen es sich endlich um Individuen handelt, die erst durch eine ungeheuere Kette in einander greifender Forschungen in den Bereich unseres positiven Kennens hineingezogen wurden.

Sie sehen also mit welchen Einheiten oder mit welchen Individuen wir es heute zu thun haben, und wir wollen uns nun nach den Quellen umschaun, aus welchen diese bezogen werden. Theilweise habe ich Ihnen die Quellen schon bezeichnet. Ich sagte Ihnen schon, dass die embryonalen Zellen ihres Gleichen erzeugen. Es geschieht dieses in der einfachsten Form die wir uns überhaupt vorstellen können. Die Zelle zerfällt in zwei Hälften, und jede Hälfte nimmt die Gestalt des Ganzen an, lebt, nimmt unter Umständen an Masse zu und zerfällt dann wieder.

In solcher Weise ist mit der Existenz einer Zelle für eine ganze Generation gesorgt, und können sämtliche Elemente, welche den Embryo zusammensetzen, auf ein einziges Mutterelement zurückgeführt werden. Es bleibt uns somit nur die Frage zu beantworten, aus welcher Quelle dieses eine und erste bezogen wird.

Wir wollen uns zu diesem Zwecke einen flüchtigen Einblick in die Oeconomie des Thierleibes gestatten. Die Bestandtheile dieses letzteren sind keine anderen als mehr weniger umgestaltete Embryonalzellen, von denen viele noch die Fähigkeit besitzen, ihres Gleichen zu erzeugen. Die Leistungen, welche dem Gesamtorganismus zufallen, sind nun in zweckmässiger Weise vertheilt.

Die oben bezeichneten Elemente sind nach ihrer Gleichartigkeit zu Gruppen, die Gruppen zu Organen,

die Organe zu sogenannten Systemen combinirt, und jedem Systeme fällt eine andere Rolle zu. Das Nervensystem führt gleichsam das Imperium in dem kleinen Haushalte. Das Knochensystem dient theils dem gesammten Leibe als feste Stütze, theils hat es zarte Gebilde gegen Beleidigungen zu schützen. Das Muskelsystem sorgt für die nothwendigen Bewegungen, und noch andere Systeme für die Aufnahme, Verarbeitung, Vertheilung und Abgabe von Stoffen.

Einem Systeme aber fällt die Aufgabe zu Elemente zu erzeugen, welche dazu bestimmt sind, früher oder später vom Gesamtorganismus getrennt, zum Ausgangspunkte neuen Lebens, zu Embryonalzellen zu werden.

Die Zellen oder deren Abkömmlinge haben jedoch im Thierleibe nicht nur Arbeit aufzubringen, sondern es muss ihnen dafür auch etwas zu Gute kommen. Sie beziehen nämlich einen aus der Gesamtleistung mannigfach combinirten Antheil, und dieser Antheil ist Bedingung ihres Lebens.

Wie kommt es nun, können Sie fragen, dass nun dennoch Elemente, vom Organismus getrennt, leben und die Bedingungen eines so kräftigen Wachstums in sich tragen können.

Ich will diese abgeschiedenen Elemente als Brutelemente bezeichnen, und Ihnen die Frage dahin beantworten, dass Brutelemente, die nur von einem Wirbelthiere kommen, für sich allein niemals lebensfähig sind. Es müssen sich, wenn ein solcher Zweck

erreicht werden soll, Brutelemente von zwei ein sogenanntes Paar ausmachender Thiere combiniren, und durch diese Verbindung ist eben ein combinirter, wenn auch höchst einfach gebauter Organismus gegeben.

Das Ergebniss dieser Betrachtung führt uns dahin sagen zu können, es ziehe sich eine Kette von Generationen nicht nur durch das Leben eines Thierindividuums, sondern durch eine sehr grosse Reihe derselben durch, bis hinauf an jene unbestimmten Grenzen, welche wir in die ersten Schöpfungen hinein verlegen, und für welche uns — vorläufig wenigstens — das Verständniss fehlt.

Die Brutelemente zweier zu einem Paare gehöriger Thiere sind in ihrer äusseren Erscheinung von einander verschieden. Auf der einen Seite ist es ein grosser Zellenleib, welcher durch eine mehr weniger resistente Kapsel von der Umgebung abgegrenzt ist. Ein solches Brutelement nennen wir ein Ei. Auf der anderen Seite zerfallen die Zellen, bevor sie ausgeschieden werden, und es kommt nur eine zähflüssige Masse zum Vorschein, in welcher zahlreiche ausserordentlich kleine Formelemente enthalten sind.

Auf einzelne Beobachtungen gegründet stellen wir uns vor, dass diese kleinen Formelemente durch ein feines von der Oberfläche des Eies in dessen Centrum führendes Kanälchen eindringen, um derart die oben bezeichneten Combinationen, oder wie

wir gewöhnlich sagen, die Befruchtung zu bewerkstelligen.

Viele Thiere setzen ihre Brutelemente im Wasser ab, wo diese zusammentreffen. So verhält es sich bei den meisten Fischen und bei vielen Amphibien. Bei anderen Thieren verweilt das abgeschiedene Ei im mütterlichen Organismus, wird da befruchtet, und dann von gewissen schützenden Hüllen umgeben und ausgeschieden, um in der Luft oder im Wasser seinem Schicksale entgegen zu gehen. So verhält es sich bei wenigen Fischen, bei vielen Amphibien und bei allen Vögeln. Oder endlich das befruchtete Ei verweilt im mütterlichen Organismus, bis das junge Thier die zum selbstständigen Leben nöthige Reife erlangt und wird dann lebend, oder besser, entwickelt geboren.

Wenn wir uns nun nach den Mitteln umschaun, welche in Anwendung kommen, um aus dem befruchteten Ei, dem combinirten Zellenleibe, wie wir sagen, ein Wirbelthier entwickeln zu lassen, so begegnen wir zunächst einem Vorgange, welchen die menschliche Vernunft zu anderen Zwecken längst ersonnen hatte, ehe ihr entwicklungsgeschichtliche Kenntnisse zu Gebote standen.

Wenn wir eine Felsmasse in einen zweckmäßigen Bau überführen wollen, so fangen wir damit an den Felsen zu zerfällen, um dann die Theile plan-

gerecht schichten zu können. Ein Aehnliches geschieht auch in unserem Falle. Der Zellenleib, welcher innerhalb der Kapsel liegt, schnürt sich durch Einziehung in zwei Hälften ab, jede Hälfte wieder in zwei, und so geht das fort, bis endlich eine grosse Anzahl kleiner Theile oder Zellenkörper geschaffen sind. Sie sehen, die Eizelle ist Mutter geworden. Aber wir haben hier das Ideal einer Mutter vor uns. Mit Aufopferung ihres Gesamtleibes ist sie in die neue Generation übergegangen. Nichts als die alte Hülle mahnt noch an ihre ehemalige Existenz, und selbst diese kommt nicht selten der Brut zu Statten. Denn sie schützt durch ihre Resistenz die ausserordentlich zarten Tochterzellen gegen Beleidigungen der Aussenwelt in dem Falle, als ihr Aufenthalt im Wasser sie solchen Gefahren aussetzt.

Es sind uns niedere Thiere genug bekannt, welche wir als einfache Zellen auffassen müssen, und welche sich durch Theilung vermehren. Aber in solchen Fällen verläuft sich die Brut, und die jungen Individuen sind und bleiben der Mutter ähnlich. Die Tochterzellen, welche das befruchtete Wirbelthier — Ei erzeugt hat, bleiben beisammen, theilen sich in Gruppen und bilden sich für verschiedenen Leistungen heran. Kurz, es wird eine Theilung der Arbeit eingeleitet, und damit ist der Uebergang zu einer höheren Organisationsstufe gegeben.

Wenn indessen, wie sich aus dem Bisherigen entnehmen lässt, ein befruchtetes Ei als ein Thier-

individuum aufgefasst werden muss, welchem trotz seiner geringen Dimensionen und seiner einfachen Construction eine so ungeheure Rolle zugewiesen ist, so müssen wir uns billigerweise fragen, ob und durch welche Mittel ein solches Ei ernährt wird.

Für die allerersten Lebensstage scheint das Ei einer von aussen eingeführten Nahrung nicht zu bedürfen. Wir haben hinlänglichen Grund zur Annahme, dass in dem Zellenleibe, wie er von der Mutter abgetrennt wird, eine relativ grosse Menge Nährmaterial gleichmässig vertheilt sei, und dass somit die ersten Generationen, welche doch nichts anderes, als Theile jenes Zellenleibes sind, so zu sagen, mit Nahrung versehen erzeugt werden. Dieses Material verbrauchen sie, bis ihnen andere Quellen eröffnet werden.

Viele Eier, als deren Typus die Ihnen wohlbekannten Hühnereier gelten mögen, bringen gleich ein Nahrungsmaterial mit auf die Welt, welches für die lange Zeit ihrer Gefangenschaft ausreicht. Abstrahiren Sie bei diesen Eiern von der Kalkschale, und von dem in der Küche als Eierklar bekannten Eiweiss als von minder wesentlichen Bestandtheilen, und bedenken Sie, dass die gelbe Kugel oder der Dotter noch lange nicht das eigentliche Ei ausmachen, sondern, dass das zukünftige Huhn von dem kleinen weissen Pünktchen, welches auf dem Dotter sichtbar ist, ausgeht, dass in diesem Pünktchen der combinirte Zellenleib zu suchen ist, dass aber die

relativ grosse gelbe Masse nur Nahrungsmaterial für das sich entwickelnde Hühnchen ist, so werden Sie begreifen, wie reichlich da für ein Auskommen gesorgt ist.

Jenes kleine Pünktchen zerfällt noch bevor das Ei gelegt ist in viele kleinere Zellen. Unter dem Einflusse feuchter Wärme vermehren sich diese Zellen, das Pünktchen wird ein grösseres Plättchen und wird immer grösser, bis es endlich den ganzen Dotter umwachsen hat. Nun hat dieses kleine Thier seine natürlichen Grenzen festgesteckt; es hat den Dotter mit seinem Leibe umschlungen und zehrt davon bis es die Kalkschale verlassen kann. Viele andere Eier werden vom Mutterorganismus ausgestossen, ohne mit solchen Behelfen versehen zu sein. Ihre Gefangenschaft kann demgemäss nur kurze Zeit dauern. Schon nach wenigen Tagen erlangen sie ihre Freiheit, schwimmen selbstständig im Wasser herum und gewöhnen sich frühzeitig daran ihre Nahrung zu suchen.

Als Vertreter dieser Reihe können die Eier der Frösche angesehen werden. Der Umstand, dass sie frühzeitig frei werden, soll sie aber doch nicht über andere Entwicklungsgenossen heben. Sie tragen das Zeichen mangelhafter Entwicklung deutlich genug an sich. Sie bleiben lange Zeit geschlechtlos, und geniessen somit durch ihre Freiheit nur das Vorrecht sich selbst ernähren zu dürfen.

Die meisten derjenigen Eier endlich, welche ihre Entwicklungsperiode im mütterlichen Organismus durchleben, klammern sich, nachdem sie befruchtet wurden, noch einmal an demselben an. Es wachsen zu dem Zwecke von ihrer Oberfläche eigene Haftorgane aus, durch welche sie sich in die Wände eines Hohlkörpers förmlich eingraben, um so während ihrer Gefangenschaft aus dem Blute der Mutter brauchbare Stoffe zu gewinnen.

Auf diese Verbindung will ich noch etwas näher eingehen, bevor ich Ihnen das Innere des Baues, welcher uns heute beschäftigt, beleuchte. Nachdem sich ein solches Ei zerklüftet hat, bildet sich im Innern desselben eine Höhle aus. Das Ei gleicht dann einem hohlen Ballon, dessen Wand aus vielen kleinen Theilchen künstlich zusammengefügt ist. Denken Sie sich nun, dieser Ballon würde anfangen sich in zwei ungleiche Theile zu theilen, ohne aber diesen Process zu vollenden, so dass er das Aussehen gewinnt, als wenn er aus zwei an einander gewachsenen, ungleich grossen, aber mit einander communicirenden Hohlkugeln zusammengesetzt wäre. Denken Sie sich ferner die kleinere Kugel so in die grössere hineingedrückt, dass jene für das Auge ganz verschwindet, wie Sie dieses etwa mit einem kleinen Kügelchen auf einem grossen elastischen Ballen ausführen können; denken Sie sich endlich diese Operation an unserem Ei ausgeführt, wo dann die kleinere Kugel den eigentlichen Embryo bedeutet, so werden Sie be-

greifen, wie dieser sich durch das Hineinsinken in die grössere Kugel einen doppelten Mantel verfertigt hat, mit dem er aber immer noch verwachsen ist. Der äussere Mantel gestaltet sich nun zu einem zottigen Pelze um, dessen frei hervorragende Fädchen die früher genannten Haftorgane abgeben. Stellen Sie sich nun weiter vor, der zottige Mantel stecke in einem aus Strickwolle verfertigten Sacke, dessen Maschen weit genug sind, um die Zotten darin verfilzen zu lassen, so haben Sie damit ein fertiges Bild von der Art, wie der doppelt eingehüllte Embryo an ein mütterliches Organ angeheftet ist. —

Ein Einhüllungsprocess, wie der hier gezeichnete, findet übrigens bei vielen anderen Embryonen statt, welche sich ausserhalb des mütterlichen Organismus entwickeln, und Sie mögen schon daraus entnehmen, dass jener nicht ausschliesslich der Anheftung wegen da sei: der Mantel ist ein Theil des embryonalen Leibes, welcher nun im Laufe der Entwicklung allmählig an Bedeutung abnimmt; er grenzt die kleine Welt des Embryo nach aussen hin ab, innerhalb welcher dem letzteren manche Bewegungen gestattet sind, und nehmen Sie es mir nicht übel, wenn ich Ihnen sage, dass zwischen dem äusseren und inneren Mantel ein Raum geschaffen wird, welcher es dem jungen Bürger gestattet, manchem dringenden Bedürfnisse abzuhelpfen.

Kehren wir nun zu dem aus kleinen Zellenkörpern zusammengefügtten Embryo zurück, so kann ich Ihnen jetzt sagen, dass die Höhle, welche sich in seinem Leibe gebildet hat, mag sie in der einen oder der anderen Weise entstanden sein, mag sie, wie sich aus dem früheren ergibt, als ein nur abgeschnürter Theil eines früher grösseren Hohraumes zurückbleiben, oder in ihrer ursprünglichen Bildung unverändert fortbestehen, dass diese Höhle für alle Fälle den ersten Verdauungs- oder Darmraum vorstellt. Rings um diesen Raum ordnen sich die Zellen reihenweise an, und beginnen sich ihrem künftigen Berufe gemäss umzuformen und gruppenweise an einander zu schliessen.

Die äussersten ringsherum liegenden Zellen bilden eine ziemlich fest zusammenhängende äussere Haut, die innersten, rings um den Darmraum gelegenen, eine eben solche innere Haut, und zwischen beiden liegen alle übrigen Zellen.

Nun macht sich vor allem das Imperium geltend. Es ist dies ein hervorragender Zug in der Entwicklungsgeschichte aller Wirbelthiere. Gehirn und Rückenmark und namentlich das erstere werden sehr früh ausgebildet, und machen in Relation zu allen übrigen Organanlagen eine so grosse Masse aus, dass man glauben sollte, es wäre ihnen während der ersten Tage oder Wochen ihres Lebens eine höhere Rolle beschieden, als sie späterhin zu spielen berufen werden. Indessen sind gerade diejenigen Theile

des Gehirns, welche von dem Physiologen als Sitz der Intelligenz bezeichnet werden, anfangs sehr mangelhaft und kaum in ihren Rudimenten zu erkennen.

Die Formen, welche das Gehirn und Rückenmark von der ersten Bildung angefangen nach einander annehmen, will ich nicht weiter beleuchten, weil ich daran denken muss, Sie durch eine solche Beschreibung eher zu ermüden, als zu befriedigen. Ich beschränke mich also darauf, Ihnen zu sagen, dass eine Zellengruppe, welche der äusseren vorläufig gebildeten Haut enge anliegt, sich zu einer ziemlich dichten Masse aneinander schliesst, dass diese Masse allmählig die Form verändert, sich in einzelne Regionen abgrenzt, welche sich wieder mehr weniger verändern, bis endlich für das Imperium eine bleibende Gestalt gewonnen ist.

Gleichzeitig schliesst sich auch eine der innern Haut nahe anliegende Zellengruppe enge aneinander, um einen rundlichen Strang zu bilden. Es ist ein ganz wundbares Gesetz in der Entwicklung, dass die Embryonen aller Wirbelthiere zu einer gewissen Zeit Eigenthümlichkeiten an sich tragen, welche von einzelnen durch ihr ganzes Leben beibehalten werden, während sie bei vielen fast spurlos verschwinden. So verhält es sich auch mit diesem Strange. Die Anatomen nennen ihn die Wirbelsaite. Sie bildet gleichsam die erste Grundlage der knöchernen Wirbel und wird als wesentliches Charakteristikon eines

Wirbelthieres aufgeführt. Bei den meisten geht sie aber allmählig zu Grunde und erhält sich nur bei wenigen niedrig stehenden Fischen zeitlebens als Zeichen mangelhafter Entwicklung.

Sobald sich das Imperium einigermaßen consolidirt hat, knüpft es Verbindungen nach aussen an. Zwei enge mit ihm verbundene Zellenmassen werden zu Geruchsorganen, zwei andere zu Gehörorganen und noch zwei andere, die aus ihm förmlich herauswachsen, lassen uns frühzeitig die Augen in einer sehr primitiven Form erkennen. Es sind somit Anlagen gegeben, welche es dem Individuum möglich machen könnten Objecte der Aussenwelt durch Empfindung von Licht, Schall und Geruch wahrzunehmen.

Der Embryo kann Ihnen jetzt als ein Thier gelten, welches nach aussen zu durch eine zellige Haut abgegrenzt ist und unter Umständen die mütterlichen Hüllen entbehren kann, welches ferner einen Darmraum besitzt, in den es aber wegen Mangel an Oeffnungen nichts einführen kann, und welchem endlich ein Imperium zu Gebote steht, um damit Eindrücke der Aussenwelt zu empfinden.

Noch fehlt aber in dem kleinen Haushalte die wesentliche innere Organisation. Noch steht das Imperium nach innen zu isolirt da. Es sind keine Nerven da, um ihm von den Zuständen des Gesamtorganismus Bericht zu erstatten, und um seine Befehle in die betreffenden Regionen zu tragen. Auch

sind noch keine Organe vorhanden, welche solchen Befehlen nachkommen könnten.

Wir gelangen hier scheinbar an den schwierigsten Theil des Baues. Wir haben nur ein Gefüge gleichartiger Elemente vor uns, und diese sollen zu so manigfachen Zwecken in so complicirte Formen und in so wunderbare Harmonie gebracht werden. Diese Aufgabe wird aber was die erste Grundlage betrifft in überraschender Weise gelöst.

Wenn Sie sich eine in voller Sorglosigkeit befindliche Truppe denken, welche sich auf ein Commando zur vollendeten Schlachtordnung gruppirt, ja wenn Sie sich einem Gewirre ungeordneten Materials vorstellen, welches auf eine geheime Anregung in ein mit allem Comfort eingerichtetes Wohnhaus umgestaltet wird, in ein Wohnhaus mit Pumpwerken, Kanälen und Telegraphenleitung durchzogen, dann mögen Sie auch eine Vorstellung davon erlangen, wie das Materiale des Embryo dem hier vorgedachten Zwecke entspricht.

Zellen gruppiren sich und Zellen isoliren sich, um an einer Stelle Knorpel, an einer anderen Muskel, Stützgewebe, Gefässe und Nerven entstehen zu lassen. Und alles ist zweckmässig angeordnet. Die Nerven sind in ihren nöthigen Verbindungen, die Knorpel haben ihre Gelenke, die Muskel ihre Sehnen. Allmähig gehen die Zellen Gestaltveränderungen ein, um das Organ, welchem sie angehören, functionsfähig zu machen. Die Muskeln ziehen sich alsbald

zusammen, das Thierchen bewegt sich. Freilich besteht diese Bewegung nur in leichten Windungen des nunmehr gestreckt oder bogenförmig gekrümmt verlaufenden Rückens.

Nur wenige Embryonen, wie z. B. die der Kröten, sind schon zu dieser frühen Zeit aus den Hüllen befreit und können ihre ersten Leibesübungen im Wasser anstellen. Die meisten aber sind bei einer solchen Entwicklungsperiode angelangt noch in ihren Hüllen eingeschlossen. Jedoch auch hier sind sie von einer Flüssigkeitsschicht umgeben oder vielmehr in Flüssigkeit getaucht, und die ersten Leibesbewegungen daher besonders leicht ausführbar. Bevor aber diese noch wahrgenommen werden, ist innerhalb des Embryo eine andere sichtbare Bewegung eingeleitet worden. Ich sagte Ihnen vorhin, dass mit der so überraschenden Gruppierung auch Kanäle geschaffen wurden. Ich muss Ihnen dazu sagen, dass die Kanäle nicht leer, sondern allenthalben mit Zellen gefüllt sind, deren Bestimmung es ist, in Blut umgestaltet zu werden. Das Kanalsystem ist indessen anfangs nur wenig ausgebreitet, denn es ist nur auf einzelne Stränge ausgedehnt, und das Wichtigste, der Verkehr nämlich, fehlt noch gänzlich. Eine Stelle des Systems aber erweitert sich mehr als alle übrigen. Die Wände desselben beginnen eine rhythmische Bewegung; wir haben die Pulsation des Herzens vor uns. Mit jedem Pulsschlage werden Zellen hinausgeschoben, und andere dafür her-

angezogen. Die Triebkraft des Herzens bahnt den fortbewegten Massen immer neue Wege in die überall noch weichen und nachgiebigen Nachbargebilde hinein, bis endlich ein Verkehrsnetz hergestellt ist, gegen welches mit Rücksicht auf die räumlichen Verhältnisse, das combinirteste Eisenbahnnetz, das unseren Nationalöconomen vorschweben mag, verschwindend klein ist.

Menschliche Kräfte werden kaum jemals Verkehrsmittel schaffen, welche an Zweckmässigkeit mit den hier gedachten in Vergleich treten könnten.

Die Oeconomie des Embryo weicht in vieler Beziehung von der des ausgebildeten Thieres ab, und ist selbst von verschiedenen Zeiten seines Entwicklungslebens verschieden, und dem entsprechend werden auch die Verkehrsrichtungen keine constanten sein können, wenn sie ihrem Zwecke vollkommen entsprechen sollen. Wo immer ein regeres Leben eingeleitet werden soll, wird das Terrain alsbald von Blutbahnen durchwühlt, und werden die Haupt- Zu- und Abflusswege erweitert. Sie verengern sich und veröden endlich dort, wo das Terrain seine Bedeutung für den Organismus verliert.

So lange als sich ein Embryo beispielsweise im mütterlichen Leibe befindet, lebt er, wie ich schon früher angedeutet habe, strenge genommen im Wasser. Sein Athmungsprocess ist da, wenigstens in physicalischer Beziehung, dem der Fische ähnlich. Die Fische benützen den Sauerstoff, welcher im Wasser

gelöst ist, unser Embryo, den, welchen er im Blute der Mutter findet. Kaum geboren versagt ihm aber diese Quelle und damit schwinden auch die Blutbahnen, deren er zu solchem Zwecke bedurfte. So wie nun das neugeborene Thier zum ersten Male atmosphärische Luft in seine Lungen einzieht, erhalten diese auch reichlichen Blutzuffluss und werden plötzlich zu den wichtigsten Factoren des Kreislaufs.

So wie das Gefässsystem sind auch Knorpel und Muskel in der ersten Anlage unvollendet. An vielen Stellen müssen erst nachträglich Fortsätze hervorzunehmen, müssen Theile, welche früher getrennt waren, verschmelzen, müssen Knorpel und andere zellige Blätter unter Aufnahme von Kalksalzen verknöchern, um die bleibende Gestalt herzustellen.

Unter solchen stetigen Veränderungen muss auch die Gestalt des Embryo eine andere werden. Indem die wesentlichsten Wachstumserscheinungen nach einer Richtung vorherrschen, nimmt der Embryo zu *meist eine längliche Gestalt an, und damit ist auch der Raum, welchen er im Innern birgt, in ein längliches Rohr umgestaltet.* Wir sagen, der Embryo sei von einem geradelinigen voran und rückwärts geschlossenen Darmkanal durchzogen. Aus diesem Kanale wachsen einzelne drüsige Organe hervor. Stellenweise bleibt er dann geradelinig, stellenweise erweitert er sich, und stellenweise endlich krümmt er sich in mannigfachen Windungen, bis er in jenen

Complex von Organen übergegangen ist, welchen die Aufgabe der Verdauung und Ausscheidung zugewiesen ist. Im Laufe dieser Veränderungen wird er voran und rückwärts durchbrochen, wodurch er schliesslich zu wirklichen Leistungen befähigt wird.

Auch diejenigen Organe, welche später einmal für die Erhaltung der Art zu sorgen haben, kommen, wenn auch nicht sehr frühzeitig, so doch während des embryonalen Lebens zur Entwicklung. Eine Ausnahme davon machen diejenigen, welche aus Mangel an Nahrung die Eihüllen zu früh verlassen.

Diese schwimmen, wie ich Ihnen schon früher angedeutet habe, lange Zeit geschlechtlos und einen Theil dieser Zeit auch ohne Extremitäten im Wasser herum. Aber allmählig wird auch bei diesen der Zauber gebrochen. Es wachsen Extremitäten hervor, sie bekommen drüsige Organe für die Erzeugung von Brutelementen, Kanäle, um diese Elemente zu entleeren, kurz sie erreichen jene Höhe der Entwicklung, welcher jeder thierische Organismus zustrebt, und das ist, nicht nur zu leben, sondern auch Leben zu geben.
