

Werk

Titel: Ueber Recapitulation in der Embryologie (Fortsetzung)

Autor: Marshall, A. Milnes

Ort: Braunschweig

Jahr: 1891

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0006 | LOG_0049

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Entwicklung und dem Aufbau dieser Pflanzen werden wir durch die vorliegende Arbeit unterrichtet, in welcher Entwicklungsgeschichte, Morphologie und Anatomie der Hymenophyllaceen unter Berücksichtigung der physiologischen und biologischen Verhältnisse eine sorgfältige Darstellung finden. Wir greifen hier als einen besonders interessanten Punkt die Angaben heraus, welche die Einrichtung zur Leitung des Wassers in der Pflanze betreffen.

Da die Blattzellen zur directen Wasseraufnahme eingerichtet sind, so ist die Wasserleitung auf ein bescheidenes Maass beschränkt. Namentlich sind bei den einfachsten, wurzellosen Formen die Gefässbündel so reducirt, dass eine für die ganze Pflanze genügende Wasserleitung in denselben nicht stattfinden kann. Die einfachsten Verhältnisse bietet *Trichomanes microphyllum*, eine vom Verf. beschriebene und abgebildete, neue Art von den Comoren. Der faden-dünne Stamm dieser Pflanze wird von einem Gefässbündel durchzogen, das nur eine einzige sehr enge, von vier bis fünf Cambiformzellen umgebene Tracheide enthält. Ebenso einfach ist das Gefässbündel im Blattstiel und der Mittelrippe des Blattes. Die seitlichen Nerven des Blattes enthalten überhaupt kein Bündel, sind also Scheinnerven. Ziemlich auf der gleichen Höhe der Ausbildung stehen die Gefässbündel bei einer zweiten Art, *Trichomanes pusillum*. Bei anderen Formen tritt zu dem einfachen Tracheidenstrang noch ein Basttheil hinzu, die übrigen haben mehrere Tracheiden neben einander. Bei den höheren Formen wird die Tracheidengruppe rings von dem Basttheil umschlossen.

Da mithin überall Leitbündel vorhanden sind, so wird auch eine Stoffleitung in den Pflanzen vor sich gehen. Es handelt sich aber nach Ansicht des Verf. dabei, so weit die niedriger entwickelten Formen in Frage kommen, nicht um eine Zufuhr von Wasser und Nährstoffen in das assimilirende Gewebe, was schon durch die oben erwähnte Verkümmern der seitlichen Blattnerve ausgeschlossen erscheint, sondern um eine von den Blattparenchymzellen ausgehende Saftströmung zu den im Wachsthum begriffenen Theilen der Pflanze, den Fruchthäufchen (*Sori*), Spross-scheiteln und Blattanlagen. Das Wasser, welches die Blätter dieser kleinen, im Moose kriechenden oder dem Substrate angeschmiegt Pflänzchen benetzt und von ihnen aufgesaugt wird, enthält sicher Nährstoffe in ausreichender Menge, so dass eine Zufuhr anorganischer Stoffe aus dem Substrat durch Vermittelung des Sprosses kaum erforderlich sein dürfte. Dagegen steht bei den Arten mit grösseren, vom Substrat sich erhebenden Blättern dem Blattparenchym nur Regen- oder Thauwasser zur directen Aufnahme zur Verfügung, es müssen also vom Substrat her Nährstoffe in das assimilirende Gewebe geleitet werden, und dementsprechend finden wir bei diesen Formen stärkere Gefässbündel mit gut entwickelten Tracheiden vor.

F. M.

Ueber Recapitulation in der Embryologie.

Von Professor A. Milnes Marshall M. A., M. D.,
D. Sc., F. R. S.

(Rede, gehalten zur Eröffnung der biologischen Section der British Association zu Leeds, am 3. September 1890.)

(Fortsetzung.)

Grosse individuelle Variationen in den frühesten Entwicklungsprocessen, d. h. bei den Eifurchungen, haben verschiedene Schriftsteller beschrieben.

Bei *Renilla* fand Wilson eine aussergewöhnliche Mannigfaltigkeit von Variationen bei der Segmentirung der Eier, aus denen scheinbar identische Embryonen hervorgingen. In einigen Fällen theilte sich das Ei in normaler Weise in 2; in anderen Fällen aber theilte es sich sofort in 8, 16 oder 32 Segmente, welche in verschiedenen Exemplaren entweder annähernd gleich oder merklich ungleich an Grösse waren. Bisweilen trat ein vorläufiger Formwechsel auf ohne weitere Folge; das Ei kehrte zu seiner sphärischen Gestalt zurück und ruhte eine Zeit lang, ehe es den Versuch sich zu theilen wieder aufnahm. Die Segmentirung begann bisweilen an einem Pol, wie bei telolecithalen Eiern, mit der Bildung von 4 oder 5 kleinen Segmenten, während das übrige Ei später, entweder gleichzeitig oder fortschreitend, in Segmente zerfiel, welche den zuerst gebildeten an Grösse etwa gleich waren; während endlich in einigen Fällen die Segmentirung sehr unregelmässig war und keinem deutlichen Gesetz folgte.

Es ist merkwürdig, dass die Variabilität bei der *Renilla* offenbar sich auf die frühesten Stadien beschränkt, denn welches auch immer der Segmentirungsmodus war, die Embryonen waren in ihrer späteren Periode von einander nicht zu unterscheiden.

Aehnliche Modificationen in der Eisegmentirung sind an der *Auster* von Brooks beschrieben, an *Anodon* und anderen Mollusken, an *Hydra* und am Regenwurm, an welchem letzterem Wilson jüngst zeigte, dass bemerkenswerthe Unterschiede selbst an Eiern eines und desselben Individuums auftreten. Bei den verschiedenen Species von *Peripatus* scheinen beträchtliche Verschiedenheiten in den Einzelheiten der Segmentirung aufzutreten.

In den frühen embryonalen Stadien, nach Vollendung der Segmentirung, können sehr bedeutende Verschiedenheiten bei verwandten Arten oder Gattungen auftreten. Unter den Coelenteraten z. B. bietet der Bildungsmodus des Hypoblastes sehr verwirrende Modificationen dar; er erscheint als eine wahre Gastrula-Einstülpung, als Zellen, welche von einem Pol der Blastula in ihre Höhle hineinknospen, als Zellen, welche von verschiedenen Theilen des Walles der Blastula hineinwachsen, durch Abgrenzung oder wirkliche Trennung jeder Zelle vom Blastulawall; oder er kann als solide Masse von Epiblastzellen eingeschlossen hervortreten. In Bezug auf diese Verschiedenheiten hat sich ein Streit erhoben über den primitiven Entwicklungsmodus der Gastrula, ein Punkt, auf den ich noch später zurückkommen will.

Unter den höheren Metazoen oder Coelomaten haben die aussergewöhnlichen Modificationen in der Stellung und in jedem denkbaren Detail der Bildung des Mesoblasts in verschiedenen und oft in nahe verwandten Formen zu einer heftigen Discussion Anlass gegeben und haben zum Aufstellen von Theorien geführt, die sämmtlich abwechselnd verworfen wurden, weil sie nur eine theilweise Erklärung brachten und jetzt gipfeln in Kleinenberg's Protest gegen den Gebrauch des Ausdruckes Mesoblast überhaupt, wenigstens in einem Sinn, der die Möglichkeit eines Vergleiches mit den primären Keimblättern, Epiblast und Hypoblast der Coelenteraten in sich schliesst.

Hier ist nicht der Ort, die Entscheidung über einen so schwierigen, technischen Punkt zu versuchen, selbst wenn ich dazu fähig wäre; aber wir können uns von dieser aussergewöhnlichen Verschiedenheit der Entwicklung, deren volle Ausdehnung, wie ich glaube, wir bisher nur sehr unvollkommen kennen, warnen lassen, dass wir bei unseren Versuchen, die Ahnengeschichte aus der ontogenetischen Entwicklung zu reconstituiren, keine leichte Aufgabe in die Hand genommen haben. Die Reconstruction des Lateins aus den modernen europäischen Sprachen würde dagegen nur Kinderspiel sein.

Von der Leichtigkeit, mit der specielle Eigenthümlichkeiten der Entwicklung von verwandten Thieren erworben werden, haben uns die Gebrüder Sarasin Beweise gegeben in den aussergewöhnlichen Modificationen, welche die Respirationsorgane der Embryonen und Larven der Amphibien darbieten.

Uns auf die Formen beschränkend, welche ihre Eier nicht ins Wasser legen, und bei denen folglich die Entwicklung im Ei vor sich geht, finden wir, dass Ichtyophis und Salamandra 3 Paar speciell modificirte äussere Kiemen haben. Nototrema hat 2 Paar; Alytes und Typlonectes haben nur 1 Paar, welches bei der letzteren Gattung die Form von enormen, blattgleichen Auswüchsen an den Seiten des Halses annehmen. Bei Hylodes und Pipa giebt es keine Kiemen, indem der Schwanz als das Athmungsorgan der Larve wirkt; und bei Rana opisthodon geschieht nach Boulenger die Athmung der Larve durch 9 Paar Falten der Haut der ventralen Körperoberfläche.

Sehr viele dieser ausserordentlich verschiedenartigen Organe sind deutlich secundär erworbene Structuren; es ist möglich, dass alle es sind, und dass die äusseren Kiemen, wie Balfour für die Elasmobranchier annimmt, als embryonale Athmungsorgane anzusehen sind, die, erworben von den Larven, ohne Werth sind für die Ahnengeschichte. Dieser Punkt jedoch kann nicht als entschieden gelten, denn nach dieser Ansicht würden die äusseren Kiemen der Elasmobranchier und Amphibien unabhängig erworben sein, und nicht homologe Bildungen, eine Ansicht, welcher die genaue Uebereinstimmung ihrer Verhältnisse bei beiden Gruppen widerspricht, sowie die Abwesenheit einer wirklichen Unterbrechung zwischen äusseren und inneren Kiemen bei Amphibien.

Es ist wohl bekannt, dass der Frosch und die Eidechse sich in wichtigen Punkten ihrer Entwicklung von einander unterscheiden. Der zweiblättrige Zustand des Epiblasts beim Frosch ist ein bemerkenswerther Unterscheidungspunkt, welcher ferner Aenderungen in dem Bildungsmodus des Nervensystems und der Sinnesorgane bedingt. Die Nieren und ihre Ausführungsgänge unterscheiden sich bedeutend in ihrer Entwicklung in den beiden Formen, ebenso auch die Blutgefässe.

Betreffs der früheren Entwicklung der Blutgefässe giebt es bedeutende Unterschiede zwischen verwandten Species der Frösche. Bei *Rana esculenta* findet Maurer, dass zuerst in jedem Kiemenbogen ein einzelnes Gefäss oder Aortenbogen existirt, direct vom Herzen zur Aorta laufend; vom Herzen dieses Aortenbogens wächst ein Gefäss in die Kiemen als zuführendes Kiemengefäss, während der ursprüngliche Aortenbogen seine Verbindung mit dem Herzen verliert und zum abführenden Kiemengefäss wird. Zuführende und abführende Kiemengefässe werden durch Capillaren in den Kiemen verbunden, und der Weg der Circulation ist, so lange die Kiemenathmung erhalten bleibt, vom Herzen durch den truncus arteriosus zum zuführenden Kiemengefäss, dann durch die Kiemencapillaren zum abführenden Kiemengefäss, und dann zur Aorta. Wenn der Lungenkreislauf vollständig hergestellt ist, wird der Kiemenkreislauf dadurch abgeschnitten, dass das abführende Gefäss seine Verbindung mit dem Herzen wieder erlangt, indem das Blut den directen Durchgang durch dasselbe zu der Aorta nimmt und so die Kiemencapillaren vermeidet.

Bei *Rana temporaria* ist der Entwicklungsmodus sehr verschieden; die zu- und abführenden Gefässe entstehen in jedem Bogen unabhängig und fast gleichzeitig; das zuführende Gefäss erhält bald Zusammenhang mit dem Herzen; aber ungleich der *Rana esculenta* hat das abführende Gefäss keinen Zusammenhang mit dem Herzen, bis die Kiemen fast verschwunden sind.

Mit anderen Worten, der continuirliche Aortenbogen vom Herzen zur Aorta ist bei *Rana esculenta* eher da, als die Entwicklung der Kiemen; er wird unterbrochen, so lange die Kiemen in Function sind, aber wieder hergestellt, wenn sie zu atrophiren beginnen; aber bei *R. temporaria* giebt es keinen continuirlichen Aortenbogen, bevor die Kiemen zu atrophiren beginnen.

Der Unterschied ist wichtig, denn es ist von hohem morphologischen Interesse, zu bestimmen, ob der continuirliche Aortenbogen für die Vertebraten eine primitive Bildung ist, d. h. ob er vor der Kiemenbildung existirt. Dieser Punkt könnte praktisch festgestellt werden, wenn wir bestimmen könnten, welcher von beiden Fröschen, *R. esculenta* oder *R. temporaria*, am genauesten seine Ahnengeschichte in dieser Hinsicht bewahrt hat.

Hierüber kann wenig Zweifel herrschen. Die Entwicklung der Gefässe bei den Eidechsen, einer

weniger modificirten Gruppe als die Frösche, stimmt mit der bei *R. esculenta* überein, und eine interessante Bestätigung liefert ein einzelnes abweichendes Beispiel von *Rana temporaria*, wo Herr Bles und ich die Gefässe nach dem Typus von *R. esculenta* entwickelt fanden, d. h. wo ein vollständiger Aortenbogen vor der Kiemenbildung vorhanden war.

Wir sind daher berechtigt zu folgern, dass betreffs der Entwicklung der Kiemen-Blutgefässe *R. esculenta* einen primitiven Ahnencharakter zurück behalten, den *R. temporaria* verloren hat; und es ist interessant zu bemerken, dass, wäre unsere Kenntniss von der Entwicklung der Amphibien auf den gemeinen Frosch, die zum Studium angenehmste Form beschränkt, wir sehr wahrscheinlich zu unrichtigen Schlüssen gelangen würden betreffs des Ahnenzustandes der Blutgefässe in einem sehr wichtigen Punkt.

Ein Gegenstand, der gegenwärtig viel Aufmerksamkeit auf sich zieht, ist die Frage der Degeneration.

Die natürliche Zuchtwahl, obgleich fähig, zu ständigen Fortschritten und Verbesserungen zu führen, bedingt keineswegs solche Fortschritte als eine nothwendige Folge. Alles, was sie aussagt, ist, dass diejenigen Thiere in jeder Generation die beste Chance zum Ueberleben haben, welche in grösster Harmonie mit ihrer Umgebung sind, aber solche Thiere werden nicht nothwendigerweise die sein, welche ideal am besten und vollkommensten sind.

Wenn Sie in einen Laden gehen, um einen Schirm zu kaufen, so muss der gewählte nicht nothwendigerweise der sein, welcher der idealen Vollkommenheit am nächsten kommt, sondern einer, welcher am besten das Mittel darstellt, zwischen Ihrer Ansicht, was ein Schirm sein soll, und dem Geldbetrage, den Sie ausgeben wollen; factisch ist es derjenige, welcher im Ganzen am besten den Umständen im Augenblick angepasst ist. Es kann wohl geschehen, dass Sie eine heftige Antipathie haben gegen einen gewundenen Griff, oder sogar, dass Sie bestimmt werden durch eine besondere Art Verschluss zur Sicherung der Stangen, und das könnte zur Wahl führen, d. h. zum Ueberleben eines Artikels, der in anderen und sogar wichtigeren Beziehungen offenbar geringer ist, als der Durchschnitt.

So ist es auch bei den Thieren: das Ueberleben einer Form, welche ideell geringer ist, ist möglich. Für in tiefer Dunkelheit lebende Thiere ist der Besitz von Augen von keinem Vortheil, und augenlose Formen würden dadurch nicht nur nichts verlieren, sondern sogar noch gewinnen, insofern, als sie den Gefahren entgehen würden, welche aus Verletzungen eines so zarten und complicirten Organes entstehen könnten. In den äussersten Fällen, wie bei parasitärlebenden Thieren, können die Lebens-Verhältnisse derartig sein, dass sie die Bewegungs-, Verdauungs-, Sinnes- und andere Organe unnütz machen; und in solchen Fällen werden diejenigen Formen in bester Harmonie mit ihrer Umgebung sein, welche eine

Verschwendung von Kraft für Bildung und Erhaltung dieser Organe vermeiden. Thiere, welche in dieser Weise von der hohen Stufe ihrer Voreltern zurückgegangen sind, welche Organe oder Systeme verloren haben, die ihre Vorfahren besaßen, heissen gewöhnlich degenerirt. Das Princip der Degeneration, von Darwin als eine mögliche und unter gewissen Umständen als eine nothwendige Folge seiner Theorie von der natürlichen Zuchtwahl erkannt, hat später Dohrn lebhaft vertheidigt und dann Lankester in einer vor der Association auf der Sheffieldversammlung im Jahre 1879 gehaltenen Abendrede. Dohrn, sowie Lankester nahmen an, dass Degeneration viel verbreiteter auftrate als allgemein erkannt ist.

Bei Thieren, welche im erwachsenen Zustande parasitär sind, aber frei schwimmend in ihren frühen Stadien, z. B. bei den Rhizocephalen, deren Lebensgeschichte Fritz Müller so bewundernswerth bearbeitet hat, ist die Degeneration klar genug; dies ist auch der Fall bei den einsiedlerischen Ascidien, wo die Larve ein freischwimmendes Thier mit einem Notochord, einem verlängerten, röhrenförmigen Nervensystem und Sinnesorganen ist, während das erwachsene Thier fixirt ist, ohne Schwimmschwanz, ohne Notochord und mit einem sehr reducirten Nervensystem und abortirten Sinnesorganen.

In solchen Fällen ist das Thier, wenn es erwachsen ist, betreffs der Gesamtheit seiner Organisation auf einer entschieden niedrigeren morphologischen Stufe, minder hoch differenzirt, als wenn es jung ist, und während der individuellen Entwicklung erfolgt eine wirkliche Rückbildung wichtiger Organe und Systeme.

Ueber solche Fälle ist kein Zweifel; aber wir werden aufgefordert den Begriff „Degeneration“ viel weiter zu fassen. Es wird geltend gemacht, dass wir keinen directen embryologischen Beweis fordern dürfen, bevor wir eine Gruppe als degenerirt annehmen. Wir werden erinnert an die Tendenz zur Verkürzung oder gänzlichen Auslassung von Ahnenstadien, von denen wir oben Beispiele erwähnt haben; und es wird angegeben, dass, wenn solche Larvenstadien bei allen Gliedern einer Gruppe ausgelassen würden, wir keinen directen Beweis für die Degeneration haben würden in einer Gruppe, die wirklich in äusserst degenerirtem Zustande sein könnte.

Angenommen z. B., die freien Larvenstadien der einsiedlerischen Ascidien wären ausgelassen, z. B. durch Erwerbung von Nahrungsdotter, dann wird geltend gemacht, dass der degenerirte Zustand der Gruppe leicht der Entdeckung entgehen könnte. Diese Annahme ist keineswegs extravagant; der Nahrungsdotter wechselt sehr bei verwandten Thieren, und Fälle, wie *Hylodes* oder unter den Ascidien *Pyrosoma*, zeigen, wie leicht eine blosser Zunahme der Menge an Nahrungsdotter im Ei zu dem Ausfallen wichtiger Ahnenstadien führen kann.

Die Frage ist dann, ob es nicht möglich oder sogar wahrscheinlich ist, dass Thiere, welche jetzt keine Andeutung von Entartung in ihrer Entwicklung zeigen, in Wirklichkeit höchst degenerirt sind, und

ob es nicht recht wäre, anzunehmen, dass solche Degeneration bei den Thieren eingetreten sei, deren Verwandtschaften dunkel oder schwer zu bestimmen sind.

Besonders betreffs der niederen Wirbelthiere ist dies Argument aufgestellt worden; und heute zögern Zoologen von Ansehen, sich hierauf stützend, nicht, von solchen Formen, wie Amphioxus und den Cyclostomen als entarteten Thieren zu sprechen, als Wölfen in Schafkleidern, Thieren, deren Einfachheit erworben, und eher täuschend als wirklich und ererbt ist.

Ich muss glauben, dass Fälle wie diese mit etwas Argwohn zu betrachten sind; es herrscht jetzt eine Tendenz, gern Degeneration anzunehmen als einen Talisman, um uns von morphologischen Schwierigkeiten zu befreien; und eine Neigung, solche Annahmen jedenfalls vorläufig zu acceptiren, ohne nach einem genügenden Beweis hierfür zu forschen.

Entartung, für die es einen directen embryologischen Beweis giebt, steht auf einem sehr verschiedenen Fusse als die vermuthete Degeneration, für welche kein directer Nachweis geliefert wird; und in dem letzteren Falle ruht die Bürde des Beweises unzweifelhaft auf denen, die ihre Existenz annehmen.

Die beigebrachten Beispiele unter den niederen Wirbelthieren müssen besonders genau betrachtet werden, weil für sie die Annahme der Entartung eingestandenermaassen vorgebracht wird als ein Mittel, Schwierigkeiten zu entgehen, welche aus theoretischen Ansichten betreffs der Beziehung zwischen Wirbelthieren und Wirbellosen entstehen. . . .

In Einem Sinne sind alle höheren Thiere degenerirt; d. h. es kann an ihnen der Besitz von gewissen Organen in einem weniger hochentwickelten Zustande als bei ihren Vorfahren oder gar in einem rudimentären Zustande nachgewiesen werden. So ist die Krabbe im Vergleich zum Hummer betreffs ihres Schwanzes degenerirt, das Pferd im Vergleich zum Hipparion betreffs seiner äusseren Zehen; aber es ist weder gebräuchlich noch rathsam, von einer Krabbe als einem entarteten Thier im Vergleich zum Hummer zu sprechen; so etwas würde irre führen. Ein Thier sollte nur als degenerirt bezeichnet werden, wenn die Rückbildung deutlich bemerkt wird, und nicht nur ein oder zwei Organe afficirt, sondern die Gesammtheit seiner Organisation.

Es ist unmöglich, in solchen Fällen eine scharfe Linie zu ziehen und genau den Gebrauch des Ausdruckes „Entartung“ zu begrenzen. Es muss daran erinnert werden, dass kein Thier in allen Beziehungen auf dem Gipfel des Baumes steht. Der Mensch selbst ist primitiv in Bezug auf die Zehenzahl, und degenerirt betreffs seiner Ohrmuskeln; und zwischen zwei Thieren selbst derselben Gruppe ist es unmöglich zu entscheiden, welches von beiden als die höhere und welches als die niedere Form zu bezeichnen ist.

Vergleichen wir z. B. eine Auster mit einer Miesmuschel. Die Auster ist primitiver als die Miesmuschel betreffs der Lage der Herzventrikel und seiner Beziehungen zum Ernährungsanal; aber sie ist modifi-

cirt, weil sie nur einen Musculus adductor hat und fast sicher entartet, da sie eines Fusses baar ist.

Auch muss man sich hüten, von einem Thier als degenerirt zu sprechen in Bezug auf ein einzelnes Organ, bloss, weil das Organ weniger völlig entwickelt ist als bei verwandten Thieren. Ein Organ ist nicht entartet, wenn nicht sein jetziger Besitzer es in einem weniger vollkommenen Zustande hat als seine Vorfahren es hatten.

Ein Mensch ist nicht degenerirt betreffs der Länge seines Halses im Vergleich zur Giraffe, noch im Vergleich zum Elephanten in Bezug auf die Grösse seiner Vorderzähne; denn weder Elephant noch Giraffe treten im Stammbaum des Menschen auf. Ein Mensch ist jedoch degenerirt, wer auch immer seine Vorfahren gewesen sind, betreffs der Ohrmuskeln; denn er besitzt diese in einem rudimentären und functionslosen Zustande, welcher nur durch Abstammung von einigen besser ausgerüsteten Vorfahren zu erklären ist.

Eng zusammenhängend mit der Frage nach der Degeneration ist die nach der Grösse der Thiere und deren Bedeutung für ihre Structur und Entwicklung, ein Problem, das von vielen Schriftstellern angedeutet, aber noch nicht die genügende Aufmerksamkeit gefunden hat.

Wenn wir die Eier der Metazoen richtig interpretiren als Repräsentanten von einzelligen oder Protozoen-Stadien der Ahnenreihe, dann kann die geringe Grösse der Eier als recapitulatorisch angesehen werden.

Aber die stufenweise Grössenzunahme des Embryo und sein Wachsen bis zum erwachsenen Zustand kann nur angesehen werden, als stelle es in sehr allgemeiner Weise, wenn überhaupt, die wirkliche oder sogar die relative Grösse der dazwischen liegenden Ahnenstadien des Stammbaumes dar.

Es ist vollkommen wahr, dass Thiere, welche den niederen Gruppen angehören, in der Regel kleiner sind, als die höherer Gruppen; ebenso auch, dass die Riesen unter den höchsten Gliedern jeder Abtheilung anzutreffen sind. Die Cephalopoden sind die höchsten Mollusken, und die grössten Cephalopoden übertreffen an Grösse bedeutend die anderen Glieder der Gruppe; Decapoden sind zugleich die höchsten und grössten Crustaceen; und die Wale, die ungeheuersten Thiere, welche existiren, oder, so viel wir wissen, je gelebt haben, gehören zu der höchsten Gruppe, den Säugethieren. Es würde leicht sein, Ausnahmen zu erwähnen, aber die allgemeine Regel bestätigt sich.

Ogleich ein allgemeiner Parallelismus existiren kann und wahrscheinlich existirt zwischen der Grössenzunahme vom Ei bis zum Erwachsenen und dem historischen Wachsthum an Grösse während des Ueberganges von den niederen zu den höheren Formen, so kann doch Niemand behaupten, dass die Grösse der Embryonen überhaupt correct die der Vorfahren darstellt, dass z. B. die ältesten Vögel Thiere waren von der Grösse eines Hühnchenembryo zu einer Zeit, wo die Vogeleigenschaften sich zuerst zeigten, oder dass

die Ahnenreihen in allen Fällen einen beständigen Fortschritt der wirklichen Grösse darstellten.

Bei den niederen Thieren, z. B. bei Orbitolites, wird die wirkliche Grösse einiger Ahnenstadien wahrscheinlich genau recapitulirt während des Wachstums der Erwachsenen; und es ist sehr wahrscheinlich, dass es so auch bei Formen, wie den einsiedlerischen Schwämmen, ist. Bei höheren Thieren aber ist dies sicherlich nicht der Fall, ausser in den frühen Stadien derjenigen Formen, welche des Nahrungsdotters baar sind, und welche als pelagische Larven auskriechen.

Dies ist klar genug, aber es verdient betont zu werden; denn wenn, wie es meist der Fall ist, die Embryonen der Thiere wirklich kleiner sind, als die Ahnenformen, welche sie repräsentiren, so ist es möglich, dass die Kleinheit des Embryo Einfluss gehabt haben kann auf seine Organisation und verantwortlich ist für einige der Modificationen in der Ahnengeschichte und ganz besonders für das Verschwinden von Ahnenorganen in den freischwimmenden Larven.

Bei erwachsenen Thieren ist die Beziehung zwischen Grösse und Structur sehr klar hervorgehoben von Herbert Spencer. Vermehrte Grösse bedingt an sich eine grössere Complicirtheit der Structur; bestimmend hierfür ist die Betrachtung, dass die Oberfläche des Körpers zunimmt wie das Quadrat der Lineardimensionen, die Körpermasse aber wie ihre Cuben wächst.

Wenn wir z. B. zwei Thiere von gleicher Gestalt und gleichen Proportionen, aber verschiedener Grösse uns denken — der Einfachheit wegen wollen wir annehmen, dass sie kugelig sind, und dass der Durchmesser des einen doppelt so gross ist wie der des anderen — dann hat das grössere Thier die vierfache Oberflächenausdehnung als das kleinere, aber die achtfache Masse oder Menge; und es ist leicht möglich, dass während die Ausdehnung an Oberfläche oder die Haut bei dem kleineren Thier für den nöthigen Athmungs- und Ausscheidungs-Austausch genügt, sie ganz ungenügend sein würde bei dem grösseren Thiere, wo eine vermehrte Oberfläche durch Hautfalten, z. B. Kiemen, hergestellt werden muss.

Nehmen wir ein wirkliches Beispiel; *Limapontia* ist ein kleiner Nacktkiemer oder Seeschnecke, ungefähr $\frac{1}{6}$ Zoll lang; sie hat einen glatten Körper, ganz ohne Respirationsvorrichtungen, während verwandte Formen, aber von grösserer Ausdehnung, ihre Oberfläche durch Kiemenvorrichtungen vergrössert haben, welche oft die Form von specialisirten Kiemen annehmen.

Dies ist ein besonders instructiver Fall, weil *Limapontia* in ihren frühen Entwicklungsstadien eine grosse, spiralig gewundene Schale besitzt, und andere Beweise der Abkunft von Formen mit specialisirten Athemorganen zeigt. Wir sind sicher im Recht, wenn wir das Fehlen von Athemorganen am erwachsenen Thiere mit der Kleinheit des Thieres in Verbindung bringen; und im Vergleich mit verwandten Formen lässt sich mit Recht annehmen, dass es in

ihrem Stammbaum eine wirkliche Reduction der Grösse gegeben, welche zur Entartung der Athemorgane geführt hat.

Dies ist ein wichtiger Schluss; es ist eine wohl bekannte Thatsache, dass die kleineren Glieder einer Gruppe in der Regel einfacher organisirt sind, als die grösseren Glieder, besonders betreffs ihrer Respirations- und Circulationssysteme; aber wenn wir mit Recht folgern, dass die Reduction der Grösse eine wirkliche Ursache der Vereinfachung oder Degeneration in der Structur sein kann, dann müssen wir uns hüten, zu schnell anzunehmen, dass diese kleineren und einfacheren Thiere nothwendigerweise primitiv sind, hinsichtlich der Gruppe, zu der sie gehören. Es ist z. B. möglich, dass die Vereinfachung oder gar Abwesenheit der Respirationsorgane, wie sie *Paupopus*, die *Thysanura* und andere kleine Tracheaten zeigen, ein secundärer Charakter sein kann, erworben durch Reduction der Grösse.

Eine interessante Illustration des eben erörterten Gesetzes ist durch das Gehirn der Säugethiere geliefert; viele Anatomen haben bemerkt, dass die Ausdehnung der Windungen oder Falten der Oberfläche der Gehirnhemisphären bei den Säugethieren nicht dem Grade der Intelligenz des Thieres entspricht, sondern seiner wirklichen Grösse, denn der Biber hat ein fast glattes Gehirn und die Kuh ein höchst complicirtes. *Jelgersma*, und unabhängig von ihm Prof. *Fitzgerald*, haben dies erklärt als Folge der Nothwendigkeit, die nöthige Proportion zwischen der äusseren Schicht grauer Substanz oder Rinde, welche nahezu gleichförmige Dicke hat, und der centralen weissen Substanz zu bewahren. Aber für die Falten der Oberfläche muss das Verhältniss der weissen zur grauen Substanz weit höher sein in einem grossen, als in einem kleinen Gehirn.

Es darf nicht vergessen werden, dass andererseits viele Zoologen der Ansicht sind, zu deren Gunsten die Beweise beständig sich mehren, dass die primitiven oder Ahnen-Glieder jeder Gruppe klein sind. So bemerkt *Fürbringer* für die Vögel, dass im Ganzen kleine Vögel primitivere und einfachere Verhältnisse zeigen, als die grösseren Glieder derselben Gruppe. Er drückt die Ansicht aus, dass die ersten Vögel wahrscheinlich kleiner waren als *Archaeopteryx*, und bemerkt, dass Reptilien und Säugethiere auch in ihren früheren und kleineren Typen primitivere Formen zeigen als ihre grösseren Abkömmlinge. Endlich schliesst *Fürbringer*: „Es ist demnach das Studium der kleinen Glieder in den gegebenen Thiergruppen, welches die besten Resultate für ihre Phylogenie verspricht“.

Ferner ist einer der schlagendsten Punkte betreffs des Stammbaums des Pferdes, wie er von den Paläontologen bestimmt worden, die progressive Reduction der Grösse, welche wir treffen, wenn wir zeitlich von Stufe zu Stufe zurückgehen. Das pliocäne *Hipparion* war kleiner als das existirende Pferd, in der That ungefähr so gross wie ein Esel; der miocäne *Mesohippus*, ungefähr so gross wie ein Schaf; während *Eohippus* aus den