

Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels als Grundprinzip im Werden und Vergehen der Schneckenschalen.

Von

Dr. Carl F. Jickeli.

In einer größeren Arbeit¹ und mehreren kleineren Schriften² habe ich nachzuweisen gesucht, daß die ontogenetische und phylogenetische Entwicklung der Organismenwelt zurückzuführen sei auf die ständige Wirkung enge mit den Lebensvorgängen verbundener Schädigungen, die niemals eine vollständige Ausgleichung erfahren, daher eine ständig wachsende Belastung des körperlichen Betriebes im Gefolge haben müssen. Diese ständig wachsende Belastung muß dahin führen, daß schließlich ein Stadium eintritt, wo diese Belastung zur Überlastung wird, wo die immer ungenügend gebliebene Ausgleichung nicht mehr genügt, um das Leben weiter aufrecht zu halten und infolgedessen das vollständige Versagen zur Rückbildung führt.

Nachdem das ontogenetisch und phylogenetisch zuletzt Gebildete das zugleich am meisten Belastete ist, so ergibt sich mit Notwendigkeit, daß dieses zuerst versagt, daß somit jede Rückbildung von der Spitze des Erreichten beginnt, und weil infolge der weiter fortschreitenden Summation dieser Belastung das Stadium der Überlastung von Generation zu Generation früher eintreten muß, erreicht das der Rückbildung verfallene immer weniger die ursprüngliche Höhe, bleibt vielmehr in den aufeinander folgenden Ontogenien immer mehr zurück. Der Weg führt nun in umgekehrter Richtung nach abwärts, den er früher nach aufwärts geführt hatte und zuletzt bleibt nur das übrig, was einst den Ausgang des phylogenetischen Werdeganges gebildet hatte. Da die reichlichste Summation zugleich die intensivste Wirkung in sich schließt, leitet die reichlichste Bildung die Rückbildung ein. Der Hypertrophie folgt die Atrophie. Daß dieses allgemeine Bildungsgesetz vielfache Abweichungen erfährt, daß der für das Werden und Vergehen anfänglich gezeichnete Weg durch korrelative Beeinflussung der sich entwickelnden Teile später vielfach abgelenkt werden wird, ergibt sich von selbst. Aber im großen Ganzen und auch im einzelnen gleicht die Entwicklung der Organismen „nicht einem Baum mit immer weiter aufstrebenden Zweigen, sondern der Bahn eines Geschosses, welches mit Notwendigkeit zur Erde, die seiner Bewegung ein Ende bereitet, zurückgezogen wird. Mit Notwendigkeit dürfen wir ein Aussterben des ganzen Tier- und Pflanzen-

¹ Carl F. Jickeli: Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels als Veranlassung für Vermehrung, Wachstum, Differenzierung, Rückbildung und Tod der Lebewesen im Kampf ums Dasein, 1902.

² Carl F. Jickeli: Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels als Grundprinzip für Werden und Vergehen im Kampf ums Dasein, 1903 — Zellteilung, Eucystirung und Befruchtung als periodische Ausscheidungen, 1908. — Deszendenztheoretische Fragen I. Die Farben der Tiere und die Mimicry, 1909.

stammes erwarten.“ Mit den hier angeführten Worten gibt H. Friedenthal¹ den Gedankengang der von mir aufgestellten Deszendenztheorie.

In der ständigen Wirkung der mit dem Leben enge verbundenen Schädigungen, der Unvollkommenheit des Stoffwechsels, welche zuerst aufbaut und dann selbst wieder Schritt für Schritt das Aufgebaute zerstört, besteht das treibende und zugleich richtende Moment in der Entwicklung der Organismenwelt, welches von Nägeli² in das von ihm unterschiedene Ideoplasma verlegt wurde.

In dieses unter dem Zwange notwendigen Geschehens sich vollziehende Werden und Vergehen der Organismenwelt greift die Zuchtwahl ein und gestaltet mehr oder weniger Zweckmäßiges, aber das Prinzip, welches wir als das eigentlich treibende und richtende dargelegt haben, bleibt doch das fundamentale und stärkere. Deshalb vergeht auch das, was die Zuchtwahl als zweckmäßig durch ungezählte Generationen gebildet und in seinem Bestande lange geschützt hatte. Es verfällt schließlich dem Prinzip, welches sein eigentlicher Urheber gewesen war.

Die hier gegebene, von mir schon wiederholt benutzte schematische Fig. 1 soll den dargelegten Entwicklungsprozeß auch in diesem Fall deutlich machen helfen.

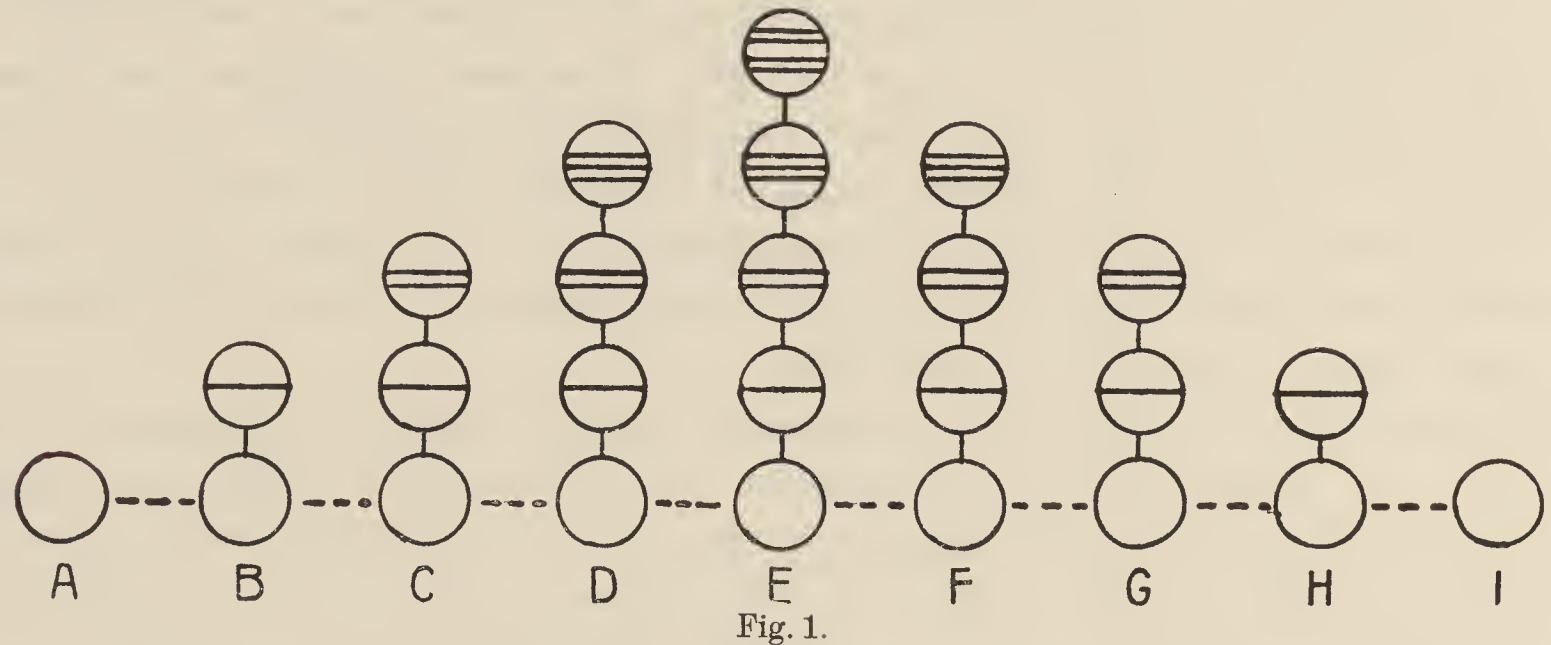


Fig. 1.
Schema. Das biogenetische Grundgesetz.

A B C D E F G H I bezeichnen Individuen einer phylogenetischen Kette. Die übereinander stehenden Kreise bringen die ontogenetische Entwicklung zum Ausdruck. Nach C. F. Jickeli.

In dieser stellen A B C D E F G H I in Zwischenräumen aufeinander folgende phylogenetische Stadien irgend eines Organes dar. Die vertikal übereinander stehenden Kreise sollen die Stadien der ontogenetischen Entwicklung darstellen. Die horizontalen Striche durch diese Kreise sollen die in den aufeinander folgenden Generationen gleichalterigen und gleichartigen Stadien in diesen einander folgenden Ontogenien bezeichnen. Zugleich soll die Zahl dieser horizontalen Striche die Größe der Belastung und die Stärke der bezüglichen Bildung zum Ausdruck bringen. Wir sehen, daß hier jedes ontogenetische Werden das phylogenetische Werden wiederholt, daß die Entwicklung des Individuums die stammesgeschichtliche Entwicklung wiederholt, so lange seine Entwicklung so weit nach aufwärts führt, als die Entwicklung der Vorfahren gegangen war und daß jede Form in der Ontogenie um so sicherer wiederkehrt, je älter dieselbe phylogenetisch ist. Wir sehen hier, daß die Darstellung des von uns aufgestellten Prinzips dasselbe sagt, was das

¹ Naturwissenschaftliche Rundschau, Jahrg. XVIII, 1903, p. 180.

² C. v. Nägeli: Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre, 1884.

biogenetische Grundgesetz lehrt, daß somit unser Prinzip die kausale Begründung dieses Gesetzes bieten kann.¹

Unser Entwicklungsprinzip wurde gegründet auf Lebensvorgänge und war ausgegangen von Beobachtungen an den morphologischen und physiologischen Lebenseinheiten, welche uns in den pflanzlichen und tierischen Zellen gegeben sind. Seine Herrschaft läßt sich aber auch erweisen an den Bildungsprodukten dieser Zellen und eben auch an den durch die Ausscheidungen dieser Zellen entstandenen Gehäusen der Mollusken. Solche allgemeine Bildungsgesetze hier aufzusuchen, ist aber doppelt dankenswert, weil dadurch die Verwertung der paläontologischen Zeugnisse für deszendenztheoretische Fragen erleichtert wird. Ich bin gezwungen, mich heute hier auf die Darlegung einer beschränkten Anzahl Befunde zu beschränken, da es längere Zeit bedarf, um die uns hier interessierenden Daten zu sammeln und bin außerdem gezwungen, die Schalen der Acephalen auszuschließen, weil hier die Ontogenie und Phylogenie jener Teile, die eine reiche Fundgrube für unsere Frage sein würden, das Ligament und das Schloß trotz einiger ausgezeichneten Arbeiten doch noch wenig befriedigend erkannt zu sein scheint.

Ich gehe nun dazu über, zunächst nachzuweisen, daß der Gang der Stammesgeschichte in der allgemeinen Gestaltung zu Formen zurückführt, von denen er ursprünglich seinen Anfang genommen hatte. Den ersten Anfang der Molluskenschale bildete zweifellos jene Ausscheidung der Schalendrüse, welche heute noch als eine unpaare, anfänglich hornartige Platte erscheint, und einen charakteristischen Unterschied der Trochophoralarve der Mollusken von den gleichartigen Larven anderer niederen Tiere darstellt. Diese Schalenform, welche erst später durch die Kalkabsonderung verstärkt wird, geht bei den weitaus meisten Univalven in eine gewundene Form über, aber wir begegnen doch auch unter hochorganisierten Weichtieren, welche eine lange Stammesgeschichte hinter sich haben, solche, welche als Gehäuse nur eine gewölbte Platte tragen. Beispiele dafür bieten vor allen andern die Gattungen *Patella* und *Fissurella*.

Die Schalen der Arten dieser Gattung sind nun nicht etwa solche, welche die ursprüngliche Form bewahrt haben, an deren Gestalt die Zeiten somit spurlos vorüber gegangen sind, vielmehr sind auch diese Schalen in jüngeren Stadien ihrer ontogenetischen Entwicklung gewunden und erst am Ende dieser Entwicklung erlangt die Schale die napfförmige Gestalt, welche deren Stammesgeschichte begonnen hatte.²

Ebenso zeigt die Windung der Schale die Neigung, wieder zu der ursprünglicheren geraden Form zurückzukehren. Daß die gerade Form eine ursprüngliche Form gewesen, geht besonders deutlich aus dem Bildungsgesetz hervor, welches an den Cephalopodenschalen zutage tritt. Die Nautiloideen, welche als der älteste Stamm bereits im Cambrium auftreten, beginnen dort mit den geraden, nicht gewundenen Gattungen *Piloceras* und *Orthoceras*. Aber die dort ebenfalls auftretende Gattung *Cyrtoceras* deutet bereits die beginnende Neigung zum Winden ihres Gehäuses durch eine leichte Biegung an, eine Abweichung von der geraden, welche übrigens nach Barrande bereits bei *Orthoceras*-Arten zu erkennen sein soll. Bei *Gyroceras* des oberen Silurs ist die Abweichung von der geraden Form dann noch weiter fortgeschritten und später herrschen dann die gewundenen Gehäuse vor. Wir erhalten somit eine Reihe, welche mit *Piloceras* und *Orthoceras* im Cambrium beginnt und im

¹ C. F. Jickeli: Vortrag, S. 41.

² E. Korschelt und K. Heider: Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere, 1893, p. 936.

Silur durch *Cyrtoceras* und *Gyroceras* zu den eingerollten Nautilen führt. Und viele von diesen letzteren durchlaufen in ihrer Jugend ein *Cyrtoceras*- und *Gyroceras*-Stadium.¹

Diese Erscheinung, daß die Schale phylogenetisch gerade beginnt und sich dann allmählich einzurollen beginnt, hält denn auch Hyatt für ein so allgemein die Entwicklung beherrschendes

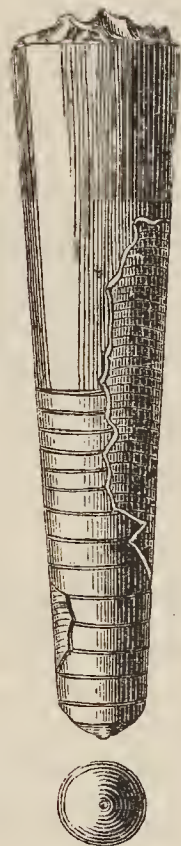


Fig. 2.

Orthoceras timiolum Barr.
Oberes Silur. Aus Zittel.



Fig. 3.

Cyrtoceras murchisoni Barr.
Oberes Silur. Aus Zittel.



Fig. 4.

Gyroceras allatum Barr.
Oberes Silur. Aus Zittel.

Gesetz, daß für ihn die Gattungen *Orthoceras*, *Cyrtoceras*, *Gyroceras*, *Nautilus*, *Trochoceras* usw. nicht natürliche Gattungen, sondern phylogenetische Entwicklungsstadien, welche in den verschiedenen Nautilidenstämmen auftreten, repräsentieren.²

An die älteren tetrabranchiaten Cephalopoden, die Nautiliden, schließen sich, mit den Goniatiten und Clymenien beginnend, die jüngeren tetrabranchiaten Cephalopoden, die Ammonoiden an, bei welchen die Schale in der Regel eine geschlossene symmetrische Spirale bildet und als solche in tausenden verschiedener Arten befestigt erscheint. Aber „in verschiedenen Zweigen des Ammonoiden-Stammes macht sich zu verschiedenen Zeiten (Trias, Jura, Kreide) die Tendenz zum Aufgeben der geschlossenen symmetrischen Spirale und zur Bildung sogenannter Nebenformen geltend“. Dieser Prozeß geht in der Mehrzahl der Fälle auf die Weise vor sich, daß zuerst die Wohnkammer sich vom vorhergehenden Umgange abhebt und nach und nach auch die inneren Windungen sich voneinander lösen, wobei aber die Umgänge in einer Ebene bleiben. Schließlich entstehen ganz gestreckte Gehäuse. Die Bildung der Gehäuse der tetrabranchiaten Cephalopoden begann somit mit gerade gestreckten Gehäusen, diese gehen allmählich zur Spirale über und nachher rollt sich diese Spirale wieder zum geraden Gehäuse auf. Aber auch an den Schalen jetzt lebender Schnecken beginnt sich der phylogenetische Prozeß der Wiederaufröhlung des gewundenen Gehäuses bemerkbar zu machen und zwar in verschiedenen weit voneinander abliegenden Gruppen, was wohl dafür spricht, daß es sich hier um ein allgemein herrschendes Gesetz handelt. Die nachfolgenden Figuren bringen eine Anzahl Gehäuse zur Darstellung,

¹ Karl A. Zittel, Handbuch der Palaeontologie, I. Abt., Bd. II, 1881–85.

² Arnold Lang: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Zweite Auflage. Karl Hescheler: Mollusca, pag. 97.

bei welchen die letzte Windung oder aber auch schon frühere Windungen im Laufe weiterer Entwicklung die ursprüngliche Richtung aufgeben und damit den Anschluß an das bis dahin gebildete



Fig. 5.
Caecum cornuoides Brown,
C. trachaea Forb. *C. pulchellum*.
Aus Chenu.



Fig. 8.
Vermetus lumbricalis L.
Aus Chenu.

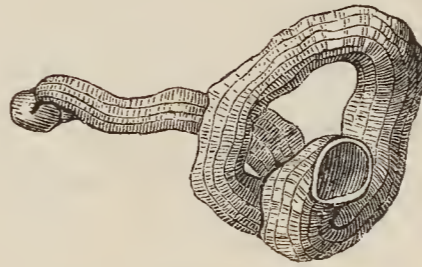


Fig. 6.
Bivonia decussata Gmel.
Aus Chenu.



Fig. 7.
Magilus antiquus Montf.
Aus Chenu.

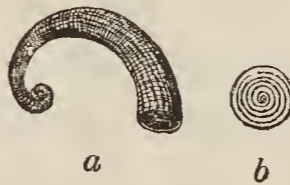


Fig. 9.
Cyclosurus mariei Morel.
Nach Kobelt.



Fig. 10.
Camptoceras terebra Bens.
Aus Chenu.



Fig. 11.
Siliquaria anguina L.
Aus Chenu.



Fig. 12.
Cylindrella brukiana Gundl.
Aus Chenu.

Gehäuse verlieren. Von diesen Schnecken hat es in der Aufrollung *Caecum* am weitesten gebracht. Bei allen diesen Gehäusen ist hervorzuheben, daß das Aufgeben der ursprünglichen Bildung, das gesetzmäßig fortschreitende Winden der Schale mit dem zuletzt Gebildeten, mit der letzten Windung beginnt und von da gegen das früher Entwickelte fortschreitet, daß somit die Störung des Windungsprozesses nicht mit den ersten Windungen beginnt und sich später ausgleicht. Die erste Andeutung des Prozesses beginnt denn auch mit bei der Anlage der letzten Windung. Da ist es denn bezeichnend, daß gerade in jenen Abteilungen der Weichtiere, wo der Prozeß der Auflösung der Windungen am häufigsten zu beobachten ist, bei den gedeckelten Landschnecken und bei den Cylindrellen, auch Abweichungen in dem Anschluß der letzten Windung an das übrige Gehäuse am häufigsten zu beobachten sind, und zwar zu einer Zeit der phylogenetischen Entwicklung, wo man noch gar nicht vermuten würde, daß eine Aufrollung des im Laufe der Stammesgeschichte erworbenen Schneckenhauses zu beginnen anfängt. Solcher mit der letzten Windung beginnenden Aufrollung der phylogenetisch



Fig. 13.
Plectostoma decrespignyi H. Ad.
Nach Kobelt.



Fig. 14.
Tortulosa tortuosa Gray.
Nach Kobelt.

erworbenen Spirale begegnet man übrigens auch bei den Gehäusen der Cephalopoden. Ich erinnere an die Gattungen *Litnites*, *Anisoceras*, *Turrulites*, *Ceseroceras*, *Ancyloceras*, *Ophidioceras*, wo überall das Verhalten der letzten Windungen andeutet, was da werden soll. Die Schalen der Pteropoden zeigen auch sehr ursprüngliche Verhältnisse. Manche becherförmige Gestalten dieser Gehäuse, insbesondere embryonale Zustände, decken sich beinahe mit den Formen, welchen wir im Silur, ja sogar im Cambrium begegnen.

Nach der von mir vertretenen Ansicht würden hier Formen vorliegen, welche den Weg der Rückentwicklung bis zum Ausgang zurück gefunden haben. Als Organismen, denen das geglückt ist, habe ich überhaupt solche Formen gedeutet, welche sich seit unvordenklichen Zeiten nicht verändert zu haben scheinen. Es liegt nämlich auf der Hand, daß es als ausgeschlossen erscheinen muß, daß, während alles im Fluß ununterbrochener Veränderung begriffen erscheint, einzelne Formen diesen Einflüssen widerstehen, also durch lange, lange Zeiträume unverändert bleiben sollen. Immerhin ergibt sich aber auch als ebenso sicher, daß der Weg zwischen Anfang und Ende einer Formenreihe nur in den allerseltensten Fällen klarer zutage tritt, da der Weg von der erreichten Höhe nach abwärts den mannigfaltigsten verändernden Einflüssen ausgesetzt ist und außerdem die Stadien, von denen der Weg nach abwärts führen soll, zugleich diejenigen der größten Belastung sind, deshalb auch zugleich mannigfache Gefahren für den weiteren Bestand in sich schließen. Deshalb sehen wir denn auch so häufig, daß reichlich differenzierte Organismenstämme plötzlich degenerieren und zugleich fast verlöschen.

Diese Rückkehr in den allgemeinen Formenverhältnissen der Schale ist auch nachzuweisen, wenn man einzelne Teile der Schale in Betracht zieht. Die Schneckenschale erwirbt in ihrem phylogenetischen Werdegang in den verschiedensten Abteilungen Falten und Zähne, welche die Mündung verengern. Es ist nun auffällig und interessiert uns hier ganz besonders, daß in ein und derselben Gattung Formen auftreten, welche alle diese Bildungen verloren haben. Ich denke hier vor allem an die Gattungen *Helix*, *Bulimus*, *Pupa*, *Planorbis*, *Melampus*, *Nerita*, *Cassis* und die von *Cypraea* ableitbare *Ovula*.¹ Hier ist bemerkenswert, daß Falten und Zähne in der ontogenetischen Entwicklung angelegt werden, aber bis zur vollständigen Ausbildung des Gehäuses wieder resorbiert werden, daß somit das Gehäuse zu dem Zustand ohne Falten und ohne Zähne zurückkehrt. Besonders instruktiv ist hier *Segmentina (Planorbula) alexandrina* Ehrmb. Für diese konnte ich nachweisen, daß nur in bestimmten Jugendstadien des Gehäuses die zahnartigen Bildungen, welche den Charakter in der Mundöffnung dieser Gattung bilden, zur Entwicklung gelangen, aber später wieder resorbiert werden und daß dann nur eine leichte Einschnürung auf der Außenfläche des Gehäuses erkennen läßt, wo früher im Inneren des Gehäuses die zahnartigen Bildungen bestanden hatten.

Ein anderes Beispiel wähle ich aus der Gattung *Pupa*. Die in Europa verbreitete Art *Pupa umbilicata* zeigt außer einer Falte auf der Spindel im embryonalen Zustand auch eine Falte auf der Gaumenwand. Diese Falte wird während des Wachstums der Schale viermal angelegt, so zwar, daß bei Stadien, wo bereits vier Windungen entwickelt sind, durch die Gaumenwand hindurch vier solcher Falten zu erkennen sind. Später findet aber eine vollständige Resorption dieser Falten statt. Nun lebt in Abyssinien eine *Pupa*, welche von mir auch in den nordöstlichen Grenzländern Abyssiniens im Lande der Habab gesammelt wurde, welche ausgewachsen so vollständig mit *Pupa umbilicata* übereinstimmt, daß E. v. Martens sie unter diesem Namen beschrieben hatte.² Aber die Unter-

¹ Carl F. Jickeli: Fauna der Land- und Süßwasser-Mollusken Nord-Ost-Afrikas, 1874, p. 222.

² Carl F. Jickeli: Fauna, p. 112, p. 173 u. 176.

suchung embryonaler Schalen belehrte mich, daß die Schnecke hier die Gaumenfalte noch vollständiger verloren hatte als die europäische, denn hier war auch in embryonalen Stadien nichts mehr davon zu erkennen. Also die Rückbildung des früher Bestandenen war noch weiter gegangen. Ein drittes Beispiel wähle ich aus der Gattung *Melanipus*. Hier habe ich für die von mir am Roten Meer bei Massana in großen Mengen gesammelten Arten *M. massanensis* Ehrenb. und *M. siamensis* Mart. nachweisen können, daß die in den Jugendstadien dieser Schnecke zahlreicheren Mündungsfalten später durch Resorption verloren gehen.

In allen drei aufgeführten Fällen wird etwas rückbildend zerstört, was früher erworben und durch die natürliche Zuchtwahl befestigt worden war. Denn es unterliegt keinem Zweifel, daß die Verengerung des Einganges in das Schneckenhaus durch Zähne und Falten eine im Kampf ums Dasein sehr nützliche Einrichtung ist, weil der Angriff auf das Tier, welches sich in das Gehäuse zurückgezogen und so Schutz gesucht hatte, wesentlich erschwert wird. Deshalb sehen wir auch, daß Schnecken, welche einen ständigen Deckel mit sich führen und mit diesem die Mundöffnung zu schließen vermögen, im allgemeinen keine Zähne in der Mundöffnung haben. Also der Verlust von Zähnen oder Falten der Mundöffnung in den Schneckengehäusen ist etwas, was sich vollzogen hat, entgegen der Zweckmäßigkeit, und dieser Verlust einer Bildung, die im Laufe phylogenetischer Entwicklung im Kampf ums Dasein erworben wurde, ist noch bedeutungsvoller, als wenn diese zweckmäßigen Bildungen fehlten, weil sie gar nicht zur Entwicklung gelangt waren.

Von diesem Gesichtspunkt der Regelung der phylogenetischen Entwicklung betrachtet, ist auch die Aufrollung des Schneckengehäuses, insbesondere aber die Loslösung des letzten Umganges, nicht zu verstehen. Denn es liegt doch auf der Hand, daß solche losgelöste Windungen leicht abbrechen werden. Solche Formen wie *Cylindrella brukiana* machen geradezu einen ängstlichen Eindruck.

Aber die hier dargelegten Unzweckmäßigkeiten, welche sich trotz der natürlichen Zuchtwahl entwickelt haben, treten ganz zurück gegen die Tatsache, welche schon wiederholt aufgefallen und vom Gesichtspunkt des Überlebens des Zweckmäßigen eine Erklärung nicht finden kann, nämlich der Tatsache, daß das Gehäuse bei so vielen Weichtieren in das Innere des Körpers verlegt wurde und dadurch den Schutz nicht mehr bieten kann, den es als äußerlich gelegenes Gehäuse geboten hatte, oder so klein geworden, ja sogar ganz verloren gegangen ist, so daß von einem Schutz überhaupt nicht mehr die Rede sein kann und vielfach nur noch aus anderen Tatsachen geschlossen werden muß, daß ein Gehäuse bestanden hat. Wie das Auflösen der Windungen der Gehäuse und der Verlust der die Mundöffnung verengernden Zahn- und Faltenbildungen in verschiedenen Abteilungen der Mollusken stattgefunden hat und sich dadurch beide Entwicklungsvorgänge als allgemeine Prozesse zu erkennen geben, so ist das auch mit dem Rudimentärwerden und schließlichen vollständigen Verschwinden der Schale der Fall. Unter den Amphineuren sind es die *Solenogastres*, unter den Heteropoden mehrere Formen, unter den Prosobranchiern *Titiscania*, sehr viele Opisthobranchier, eine ganze Zahl Pulmonaten und die meisten heute lebenden Cephalopoden, welche die Schale verloren haben. Bei vollständig verschwundener Schale erhalten sich selbst im entwickelten Tier gewisse Organisationsverhältnisse, welche darauf zurückzuführen sind, daß in früheren Generationen die phylogenetische Gestaltung sich unter dem Zwang des beschalteten Zustandes vollzogen hat. Ein Beispiel dafür ist die seitliche Lage der Geschlechtsöffnung, der Nierenöffnung und zum Teil des Afters bei den Nudibranchiern.¹ Bei anderen später nackt erscheinenden Schnecken, welche während der embryonalen Entwicklung sogar

¹ C. Hescheler, l. c., p. 79.

noch eine Schale bilden, die dann aber abgeworfen wird, wie z. B. *Onchidium*, bahnt sich mit dem Wegfall der Schale sekundär wieder eine symmetrische Lage der Organe an,¹ so daß man bei dem entwickelten Tier nichts mehr von der asymmetrischen Lage jener Organe erkennen kann, welche bei anderen Tieren das einstige Bestehen einer Schale zweifellos machen, obwohl deren früheres Vorhandensein in der Ontogenese nicht mehr rekapituliert wird.

Nachdem das Werden und Vergehen der Organe immer noch unter dem Gesichtspunkt der Zweckmäßigkeit beurteilt wird, so ist selbstverständlich, daß man auch die auffallende Erscheinung des Verlustes eines schützenden Hauses von gleichem Gesichtspunkt zu beurteilen und als zweckmäßig zu erklären versucht hat. Hescheler² führt denn auch folgendes an, um das Verschwinden der Schale verständlich zu machen:

1. Bei freischwimmenden pelagischen Tieren beschwere die Schale den Körper zu sehr und biete zu großen Reibungswiderstand.
2. Bei Regenwurmjägern wie *Testacella* und Verwandten würde die Schale das Verfolgen in enge Röhren und Gänge erschweren.
3. Bei Schnecken, die im dichten Korallen-, Bryozoen-, Hydroid- oder Algengestrüpp weiden, wie die vielen Nudibranchier, würde die Schale sich als sehr hinderlich erweisen.
4. Beim Übergang zur vollkommen parasitischen Lebensweise werde die Schale als Schutzorgan überflüssig.
5. Bei den Cephalopoden habe die Geschicklichkeit im Schwimmen, das gut ausgebildete Sehvermögen, die große Muskelkraft, die starken Kiefer, das Sekret des Tintenbeutels und der zum Teil mimetische Farbenwechsel Schutz durch ein Gehäuse überflüssig gemacht.

Dagegen läßt sich einwenden:

1. Daß die freischwimmenden pelagischen Tiere zum großen Teil mit Gehäusen, wenn auch mit zarten Gehäusen, ausgerüstet sind, und daß viele Formen, welche später kein Gehäuse mehr haben, gerade während des freischwimmenden Larvenlebens eine Schale besitzen, welche später, wenn die Tiere nicht mehr schwimmen, sondern kriechen, abhanden gekommen ist.
2. Daß das Gehäuse kein Hindernis für das Kriechen in engen Gängen bilden kann, da ja viele beschalte Weichtiere sich unter der Rinde faulender Stämme fortarbeiten, *Acicula* und *Acme* sich sogar tief unter der Erde fortwühlen. Speziell die Verwandte der *Testacella*, die *Daudebardia*, welche ebenfalls ein ganz minimales Gehäuse besitzt, ist ein träges Tier, welches den Regenwurm nicht durch Verfolgen, sondern als Wegelagerer durch Hervorschnellen der Radula erbeutet.
3. Daß die Nacktschnecken, welche zwischen Korallen-, Bryozoen- und Hydroid- oder Algengestrüpp leben, wegen dieser Lebensweise ihre Gehäuse verloren, ist deshalb nicht zuzugeben, weil sich dort immer auch beschalte Schnecken in großer Anzahl vorfinden. Jeder, der einmal einen Korallenblock abgesucht hat, wird sich daran erinnern, wie viele beschalte Schnecken darauf zu finden waren. Man muß aber den unter Wasser liegenden Block zur Beurteilung heranziehen, nicht einen solchen, welcher durch umständliche Manipulationen aus dem Wasser ins Boot befördert wurde. Von einem solchen Block werden natürlich die beschalten Schnecken abgeschüttelt, bevor der Block zur Untersuchung gelangt.

¹ Korschelt und Heider, l. c., p. 1047.

² K. Hescheler: Mollusca, Lehrb. d. vergl. Anatomie. A. Lang, II. Aufl., 1900.

4. Daß die parasitische Lebensweise zum Verlust der Schale geführt haben sollte, ist deshalb nicht wahrscheinlich, weil Mollusken, welche ausgesprochene Parasiten sind, mit und ohne Schale vorkommen, ja weil Mollusken, wie *Unio* und *Pisidium*, welche einen Teil ihrer ontogenetischen Entwicklung als Parasiten durchmachen, die Schale unverändert behalten haben.
5. Was nun speziell die Cephalopoden angeht, so scheint mir am meisten darzutun, daß nicht die angeführten Organisationsverhältnisse den Nutzen der Schale kompensiert und dadurch diese überflüssig gemacht haben können, die Tatsache, daß die Schale, welche einmal phylogenetisch verloren gegangen war, phylogenetisch neu erworben wurde. Denn die Schalendrüse ist bei *Argonauta* so weit der Rückbildung verfallen, daß nicht einmal im embryonalen Leben auch nur die Andeutung einer Schale zu erkennen ist und die Schale, welche das Weibchen von *Argonauta* heute besitzt, ist ein neuer Erwerb, welcher gar nichts mit der ehemaligen Schale der Vorfahren dieser Gattung zu tun hat. Also obwohl der Nutzen einer Schale durch neuerlichen Erwerb erwiesen wird, soll dieselbe aus Nützlichkeitsgründen früher verloren gegangen sein. Ich meine gerade *Argonauta* ist ein schlagender Beweis dafür, daß die Schale nicht deshalb verloren ging, weil die natürliche Zuchtwahl ihre Hand von derselben abgezogen hat, sondern deshalb, weil das Prinzip, welches dieselbe geschaffen und dann wieder zerstörte, mächtiger ist, als die natürliche Zuchtwahl.

Wie charakteristische Form der Schneckenschale, einzelne wichtige Teile der Schale und die Schale selbst bei den Mollusken verschwunden sind und zwar trotz der natürlichen Zuchtwahl verloren gegangen sind, ist dies auch geschehen mit den wichtigen Vorrichtungen, welche dazu dienen, den Schutz, welchen das Gehäuse bietet, zu erhöhen, indem sie den Zugang in das Gehäuse, die Mundöffnung desselben, für den Feind verlegen oder ganz schließen. Es liegt auf der Hand, von wie großer Bedeutung eine solche Vorrichtung für das Tier sein muß. Trotzdem sind diese Bildungen verloren gegangen bei Tieren, welche dieselben früher besaßen, oder sind vom Prozeß der Rückbildung ergriffen worden.

Bei den jetzt lebenden zahlreichen Arten der Gattung *Clausilia* findet sich in der Mundöffnung, gestützt und eingefügt zwischen Falten und Lamellen ein kalkiges Gebilde, welches durch ein elastisches Fäserchen mit dem Gehäuse verbunden ist, das Schließknöchelchen oder Clausilium. Dieses Clausilium fehlte nach Boettger vielen fossilen Clausilien, ist somit ein späterer Erwerb, welcher erst in der gegenwärtigen Fauna seine volle Entwicklung erfahren hat. W. v. Vest¹ erklärt in dem von ihm aufgestellten Clausiliensystem, daß eine Form des Subgenus *gracillaria*, die *Clausilia concilians*, die vollkommenste Entwicklung dieses Gebildes darstelle. Hier ist das Clausilium ganzrandig, vermag somit die Mundöffnung, sobald das Tier sich zurückgezogen hat, vollständig wie ein Deckel zu schließen. Aber bei anderen Formen erhält das Clausilium an der Spitze eine leichte Ausrandung, wird dann bei anderen ausgesprochen gegabelt, um schließlich dann bei allernächst verwandten Formen, welche man als Gattung *Balea* unterschieden hat, wieder ganz verloren zu gehen.

Eine zweite Bildung, welche auch dazu dient, das Gehäuse zu verschließen, ist der Deckel, welcher als eine Ausscheidung des Fußes entwickelt wird und bei einer großen Anzahl Schnecken vorkommt. Diese Deckelbildung tritt nach Semper z. B. bei den Embryonen von *Auricula* und *Scarabus* noch auf, fehlt aber bekanntlich dem entwickelten Tier, wie denn meines Wissens unter

¹ W. v. Vest: Über den Schließapparat der Clausilien. Verhandl. und Mitteil. d. siebenb. Ver. f. Naturw., Jahrg. XVIII, 1867.

den Pulmonaten die australische Lungenschnecke *Amphibola* das einzige Tier ist,¹ welches im entwickelten Zustand einen Deckel hat. Unter den Pteropoden ist es *Creseis acicula*,² welche sowohl Deckel als auch Schale nur im Larvenleben besitzt. Ebenso scheinen die Ammonoiden unter den Cephalopoden einen zweiklappigen Deckel in den Schalenstücken, welche man in deren Wohnkammer findet, besessen, aber später verloren zu haben.

Das Schließknöchelchen der Clausilien und der Deckel der Schnecken sind geradeso wie die Schneckenschale selbst ein Beweis dafür, wie viel mächtiger das Prinzip ist, welches zum Gegner der natürlichen Zuchtwahl werden muß und daß dieses Prinzip darüber entscheidet, welches Material der Zuchtwahl für ihre Arbeit gegeben wird und wie lange ihr dasselbe überlassen bleibt.

Eine Entwicklung der Organe und Organismen vollzieht sich bekanntlich schrittweise, aber auch sprungweise, und gerade in den letzten Jahren hat man das immer mehr zugeben müssen. Das ist denn auch bei den Bildungen, die uns hier interessieren, der Fall. In den meisten Fällen vollzieht sich der phylogenetische Schwund der Schale in der Art, daß dieselbe zuerst eine innere wird. Dieser Prozeß wird dadurch eingeleitet, daß die früher offene Schalendrüse sich schließt, abschnürt, und auf diese Weise den Zusammenhang mit dem Ektoderm und mit der Außenwelt aufgibt. Ihr Sekret gelangt nun nicht mehr nach außen und die Schale wird innerhalb der Drüse angelegt, aber zugleich beginnt auch die Rudimentation der Schale und es wird z. B. bei der Pulmonaten-Gattung *Limax* noch eine kleine Schalenplatte entwickelt, während bei *Arion* nur noch einzelne Kalkkörner gebildet werden, welche nicht mehr zu einer einheitlichen Schale verschmelzen. Der von Gegenbaur für die Gattung *Clausilia* beschriebene Prozeß, wo angeblich innerhalb der abgeschnürten Drüse das Gehäuse entwickelt wird, um dann durchbrechend wieder an die Oberfläche zu gelangen, ist eine Ausnahmeerscheinung, welche der Nachuntersuchung bedarf. Die Schalendrüse schreitet aber in der Rückbildung noch weiter, so daß sie bei der Cephalopoden-Gattung *Argonauta* bereits während des embryonalen Lebens ganz verschwindet. Ähnlich wie die Schale dürfte auch der Deckel schrittweise rückgebildet worden sein. Dieses müssen wir daraus schließen, daß insbesondere bei den Meerschnecken viele Formen vorkommen, bei denen der Deckel so klein geworden ist, daß er die Mündung nicht mehr zu schließen vermag.

Die zweite Art der ontogenetischen Entwicklung, welche dazu führt, daß Schale oder Deckel nicht schrittweise, sondern sprungweise verloren gehen, ist seltener.³ Dieser Prozeß vollzieht sich z. B. bei der Pteropoden-Art *Cymbulina Peronii*, wo im Larvenstadium der Veligera Schale und Deckel abgeworfen und nicht wieder gebildet werden.⁴ Dieses erinnert an die eigentümliche in letzter Zeit wiederholt beobachtete Erscheinung, daß *Limnaea peregra*, *Helix pisana* und *Helix lactea* sich von ihrer Schale loslösen und davonkriechen.

In beiden Fällen handelt es sich um eine plötzliche Veränderung, nach deren unmittelbarer Veranlassung wir hier nicht forschen wollen, aber die Vorgänge sind uns als sprungweise Veränderung deshalb von besonderem Interesse, weil dieselben einen Prozeß darstellen, wo die Unzweckmäßigkeit des Geschehens für jeden zweifellos sein muß, denn *Limnaea* und *Helix*, welche das Gehäuse auf-

¹ Korschelt und Heider, p. 1044.

² Korschelt und Heider, p. 1042.

³ Die Aptychen der Cephalopodenabteilung der Ammonoiden, welche man heute als Deckel zum Verschlusse der Gehäuse zu deuten geneigt ist, finden sich zuweilen in großer Anzahl auch dort, wo keine Gehäuse zu finden sind. Vielleicht waren das auch solche Deckel, welche abgeworfen wurden.

⁴ E. Korschelt und K. Heider: Lehrb. d. vergl. Entwicklungsg. d. wirbellosen Tiere, 1893, p. 1042.

geben, büßen das ganz gewiß mit dem Leben und *Cymbalina Peronii* hat ganz gewiß auch nur Schaden davon, wenn sie Schale und Deckel zugleich fortwirft.

Es liegt auf der Hand, daß die hier aufgeführten Belege für das von mir aufgestellte Prinzip lückenhaft sind, aber bei eingehender Durcharbeitung eines größeren Materiales werden dieselben sich ausgiebig vermehren lassen. Um so wertvoller scheint mir, daß in der Phylogenie des Cephalopodengehäuses sich eine Reihe aufstellen läßt, welche das belegt, was mein Prinzip fordert. Das ist möglich, seit durch die geradezu monumentale Arbeit Appellöfs¹ erwiesen wurde, daß der Wulst der *Sepia*-Schale homolog ist den Kammern speziell von *Spirula* und *Nautilus*. Es ist hier nicht der Ort, die Beweisführung Appellöfs zu wiederholen. Ich beschränke mich darauf, durch Erklärung,

welche den beiden Figuren beigegeben sind, die Homologien darzulegen. Aber nachdem diese einmal klargelegt wurden, ergibt sich von selbst die Reihe, welche die schematischen, Lang entnommenen, aber etwas abweichend angeordneten Figuren darstellen sollen und die eine Rekapitulation der von mir für die Schneckenschale im allgemeinen behaupteten und aus verschiedenen Abteilungen belegten Bildungsgang innerhalb des Molluskentammes der Cephalopoden nachweisen sollen. Es ist die Reihe welche mit der Schale der Belemniten anfängt, und mit den Conchyolinresten, die sich heute noch im hornartigen Schulp erhalten haben, endigt. Die gerade Schale von *Belemnites* geht in eine gewundene über, diese rollt sich wieder zur geraden auf. Die Kammern vermehren sich und

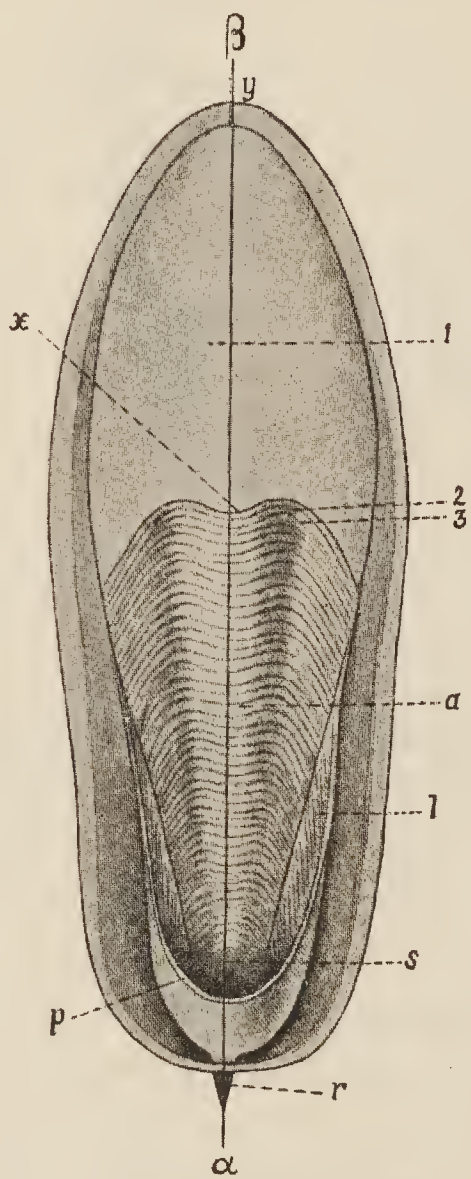


Fig. 15.

Schale einer *Sepia (aculeata)* von der Hinterseite (physiolog. Bauchseite). Man sieht die letzte Scheidewand 1 in ihrer ganzen Ausdehnung und man sieht in die fast pantoffelförmig erweiterte Siphonalhöhle hinein. 1 Lateralwand der Siphonalhöhle. α - β Richtung des Schnittes, welcher in der nebenstehenden Figur schematisch abgebildet worden ist. Beide Figuren zu vergleichen. Aus Lang.

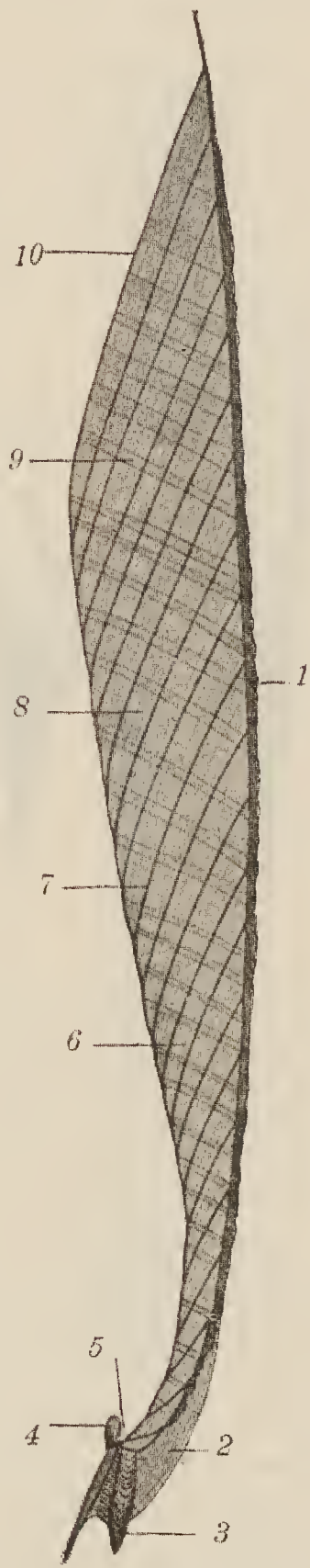


Fig. 16.

Längsschnitt durch die Schale von *Sepia officinalis* nach Appellöf. Halbschemat. Schnittrichtung ganz entsprechend derjenigen in nebenstehender Figur.

1. Rückenschild, 2. Dornhülle. 3. Rostrum, 4. Gabel, 5. Siphonalraum, 6. Freigespannte Membranen, 7. Septum d. Wulstes, 8. Wulst, 9. Pfeiler, 10. Letztgebildetes Septum. Aus Lang.

¹ A. Appellöf: Die Schalen von *Sepia*, *Spirula* und *Nautilus*. Studien über den Bau und das Wachstum. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Bd. 25, Nr. 7, 1893.

erreichen bei *Sepia* ihre größte Zahl. Mit der Vermehrung der Kammern setzt auch deren Rückbildung ein. Im Laufe weiterer phylogenetischer Entwicklung geht dieser Teil der Gehäusebildung verloren und

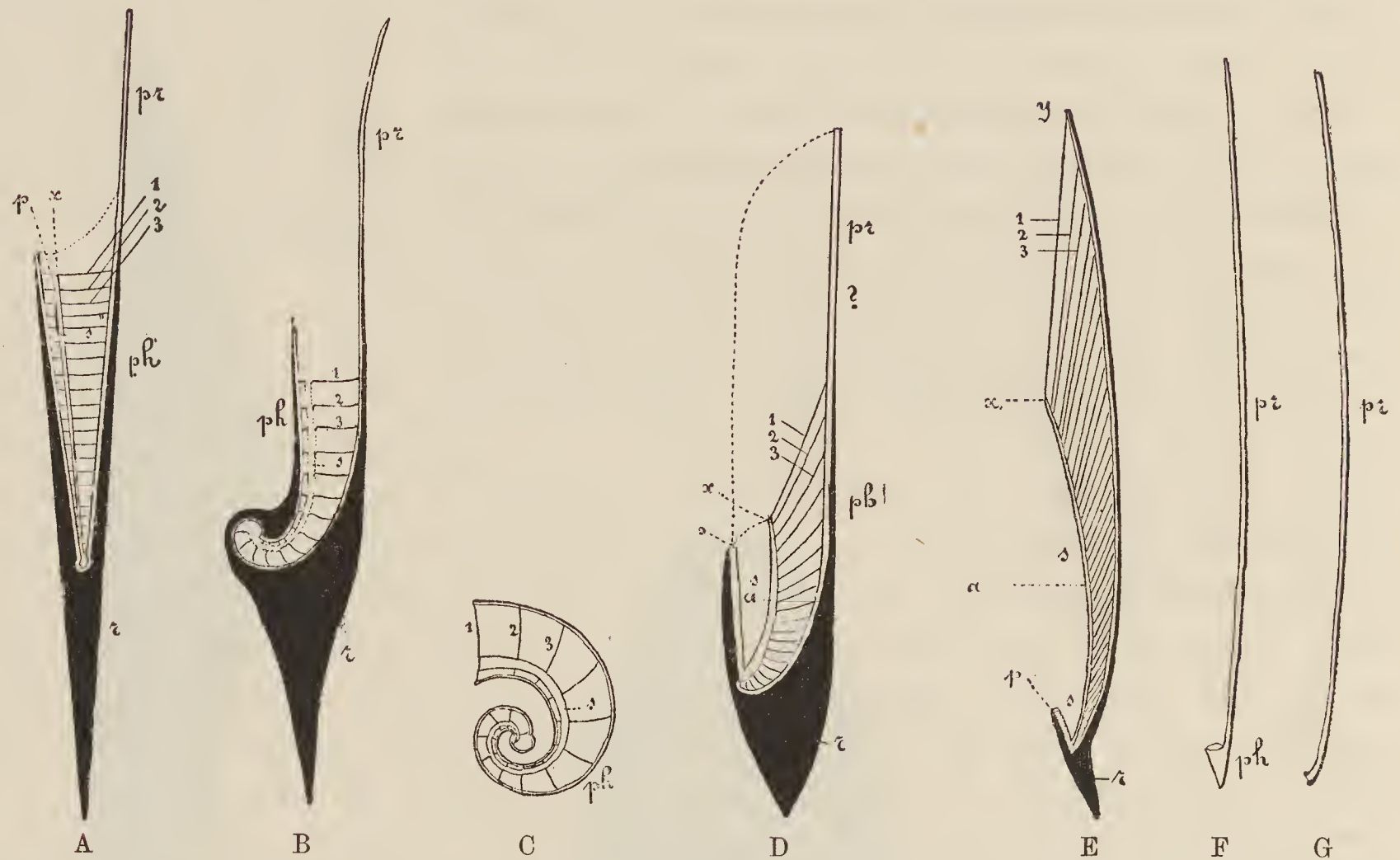


Fig. 17.

Schematische Figuren, Lang-Hescheler entnommen, aber zusammen geordnet im Sinne der hier entwickelten Ansichten. A *Belemnites* (fossil), B *Spirulirostra* (fossil), C *Spirula*, D *Belosepia*, E *Sepia*, F *Ommastrephes*, G *Loligopsis*. ph gekammerte Schale = Phragmocon, pr Proostracum, r Rostrum = Scheide, s Siphonalkanal, Siphonalraum, welcher den Siphon beherbergt, 1, 2, 3 (jüngste), vorletzte und drittletzte Scheidewand, a vordere Wand des Siphon, p hinterer, x vorderer Rand der ersten Septal- oder Siphonaldüte = vorderer oder hinterer Mündungsrand des Siphonalkanales.

Die Reihe fängt mit dem gerade gestreckten *Belemnites* an, beginnt sich als *Spirulirostra* einzurollen, erreicht darin bei *Spirula* die höchste Entwicklung und rollt sich dann durch *Belosepia*, *Sepia* bis *Loligopsis* wieder auf. Das Schwenden der gekammerten Schale wird durch eine Vermehrung in der Anzahl dieser Kammern eingeleitet. Von der Schale bleibt die Conchinplatte, womit die Bildung jeder Molluskenschale heute noch ontogenetisch anfängt und phylogenetisch begonnen haben muß.

damit hört die Kalkabsonderung auf und zuletzt bleibt nur, was den Anfang der Schalenbildung darstellte, nämlich die hornartige Platte, mit welcher heute noch die Bildung der Molluskenschale in jeder Ontogenese beginnt und mit welcher auch die Phylogenese begonnen haben muß, welche innerhalb des Stammes der Cephalopoden zur Belemnitenschale geführt hatte.

Aber auch diese Rückbildung vollzieht sich schrittweise. Bei *Ommastrephes* sind noch Reste früherer Differenzierung zu einem Rostrum nach oben und zu einem Proostracum vorhanden, während dann bei *Octopus* von diesen Differenzierungen alles verschwunden ist. Und zuletzt wird auch nicht einmal die hornartige Platte angelegt, es kommt nicht einmal in den frühesten Stadien der Ontogenie zur Anlage jener ersten Schalenbildung. Formal und substanzuell schreitet die phylogenetische Entwicklung wieder zum Anfang zurück, und dort, wo der Weg umschlägt, ist eine Steigerung der Produktion zu erkennen. Auch hier hat der Entwicklungsgang dorthin geführt, wo er seinerzeit begonnen. Aus einem Weichtier mit Gehäuse ist wieder ein solches ohne Gehäuse geworden. Das im Kampf ums Dasein zweckmäßig gestaltete Gehäuse ist unzweckmäßigerweise aufgegeben worden,

wie in den anderen Abteilungen der Weichtiere Falten, Clausilium, Deckel und schließlich das ganze Gehäuse ebenfalls entgegen der Zweckmäßigkeit verloren gegangen sind, und aus dem gewundenen Gehäuse, welches aus einem geraden hervorgegangen war, ist wieder ein solches gerade gestrecktes geworden.

Bei allen Entwicklungsvorgängen, welche ich hier dargelegt habe, nahm ich nicht Veranlassung, zwischen Organen und Organismen zu unterscheiden, wenn ich auch bei dem, was ich als Folge des von mir aufgestellten Entwicklungsprinzipes als Beweis für dessen Richtigkeit ausführte, mich vornehmlich auf Teile des ganzen Organismus berufen mußte. Wir sind eben alle immer noch gezwungen, aus Teilen auf das Ganze zu schließen.

Der von mir entwickelte Gedanke ist nicht neu. Lamarck, Eimer und Nägeli haben sich ebenfalls bemüht nachzuweisen, daß ein Werden und Vergehen unabhängig von der Zweckmäßigkeit in den phylogenetischen Prozessen zu erkennen sei, mein Prinzip bemüht sich aber darum, das eigentliche kausale Fundament für dieses gesetzmäßige Werden und Vergehen zu finden und nachzuweisen, daß dieser stärker ist als die natürliche Zuchtwahl, daß somit nicht Zweckmäßiges nur durch Zweckmäßigeres verdrängt werden kann. Wie die Tatsache des Entstehens eines Werdeganges in der phylogenetischen Entwicklung unabhängig von der Zweckmäßigkeit, ist auch die Tatsache des Rückschreitens von der erreichten Höhe erkannt worden und man hat sich sogar gezwungen gesehen, für diesen Prozeß besondere Bezeichnungen vorzuschlagen.

Dem Rückschritt geht auch auf dem Gebiet organologischer Entwicklung ein Stillstand voraus. Dieser Stillstand ist aber wohl zu unterscheiden von einem Stillstand, welcher infolge sich ergebender äußerer Bedingungen eintritt, aber unterbleibt, wenn diese Bedingungen wegfallen und jenem Stillstand, welcher unabhängig von diesen Bedingungen zu beobachten ist. Die erstere dieser beiden Arten von Stillstand führt nicht zum phylogenetischen Rückschritt, die letztere leitet denselben ein.

Die erste Form des Stillstandes auf einem Stadium, welches unter anderen Umständen überschritten wird, ist das, was Kollmann zuerst als Neotenie bezeichnet hat und als eine Anpassungserscheinung deutet. Er hatte dabei vornehmlich die europäischen Anuren im Auge, welche ihre Larvenform länger als bisher angenommen „erhalten können“.¹ Die zweite Form des Stillstandes, welche mit wechselnden äußeren Einflüssen nichts zu tun hat, also keine Anpassungserscheinung ist, leitet jenen Prozeß ein, welchen Eimer insbesondere gestützt auf Färbung und Zeichnung der Schmetterlingsflügel erkannt und als Entwicklungsumkehr bezeichnet hat.² Ein Geschehen, welches auf anderem Gebiete und in anderem



Fig. 18.

Schulp von *Ommastrephes*, hinterer Teil nach Korschelt und Heider.

1 Platte des Schulps, 2 hornige hinten, 3 kegelförmiger Anhang am Hinterende (oberes Ende). Aus Lang.

¹ J. Kollmann: Die Anpassungsbreite der Batrachier und die Korrelation der Organe. In Zool. Anzeiger, Jahrg. VII, 1884, p. 267.

² Th. Eimer: Die Entstehung der Arten, I und II, 1888 und 1897.

Zusammenhang zum Ausdruck kommt in dem Ausspruch von Arndt,¹ daß Schwarz eine Vorstufe von Weiß sei.

Ebenso unterscheidet Jaekel², insbesondere gestützt auf seine ausgedehnten Crinoidenstudien, einen „Stillstand“, bei dem es nicht beim Stehenbleiben auf einer Stufe bleibt, die früher überschritten wurde, sondern von dem es zur Rückkehr zu bereits aufgegebenen Zuständen führt. So werden die Oralia der Kelchdecke bei dem heute lebenden *Hyocrinus*, bei *Bathycrinus*, *Rhizocrinus*, *Holopus* erhalten, wie das bei Formen des Silur der Fall gewesen, obwohl diese Platten im Laufe der phylogenetischen Entwicklung in viele kleine Plättchen zerlegt worden waren, also eine phylogenetische Hypertrophie durchgemacht hatten und bei unserer heutigen *Comatula* nur in der ontogenetischen Entwicklung als fünf einheitliche Platten erscheinen. Ebenso konnte Jaekel aus dem phylogenetischen Entwicklungsgang der *Basalia* der Comatuliden nachweisen, daß „schon längst ausgemerzte Elemente gelegentlich wieder aus der Rumpelkammer der Klasse hervorgeholt werden“. Für die Hyocriniden ergab sich eine „Degenerationsreihe“. Durch solche Tatsachen wurde Jaekel dazu gedrängt, schließlich nicht nur von einer Unterbrechung der weiteren Entwicklung, von einem Stillstand, Epistase, sondern von einem Umbildungsprozeß, einer Umschüttung, zu sprechen, für die er die Bezeichnung Metakinese in Vorschlag brachte. Jaekel weist darauf hin, daß solche metakinetische Prozesse auch in anderen Abteilungen des Tierreiches vorgekommen seien. So haben ihn seine 15jährigen Studien der Stammesgeschichte der Selachier zur Überzeugung geführt, daß dieselben rückgebildete Fische sind. Ein gleicher Prozeß hat sich bei den zu den Ganoiden gehörigen Acanthodiern des Devons zu vollziehen begonnen. Die Organisation sinkt im Devon und geht dann wieder im Perm so tief herunter, daß manche Forscher die Formen dieser Periode sogar zu den Selachiern zu rechnen geneigt sind. Jaekel wird so dazu gedrängt, die Fischtypen, welche man bis dahin für die primitiveren Wirbeltiere gehalten, als rückgebildete anzunehmen, und kommt so dazu, auch für die Cyclostomen und für *Amphioxus* zu vermuten, daß dieselben nicht Formen sind, welche in der phylogenetischen Entwicklung zurückgeblieben sind, sondern vielmehr zu einem ursprünglichen Stadium zurückgekehrt sind. Damit spricht Jaekel gestützt auf paläontologische Befunde eine Ansicht aus, zu welcher andere Forscher auf anderen Wegen gelangt sind. Denn A. Dohrn ist auf Grund seiner ontogenetischen Untersuchungen auch dazu geführt worden, in den Cyclostomen und *Amphioxus* rückgebildete Tiere, Wirbeltiere, zu sehen, an die sich als letztes Glied nach seiner Ansicht die Tunikaten anschließen.

So sehen wir denn, daß unter dem Zwang der beobachteten Tatsachen immer mehr Forscher dazu gedrängt werden, niedrigere Formen, die man früher als Anfangsglieder einer Reihe deutete, als Endglieder in Anspruch zu nehmen. Und das Material als Beleg für das Werden und Wiedervergehen des Gewordenen wird sich häufen, wenn man dasselbe wieder prüft von dem Gesichtspunkt, den wir hier auch für die Schneckenschale entwickelt haben, daß nämlich das Werden in der Organismenwelt das Vergehen in sich schließt, selbst entgegen der Zweckmäßigkeit. Selbstverständlich wird dieser Weg zurück zum Anfang nicht immer, vielleicht sogar selten gelingen, weil ja die erreichte Höhe zugleich das Stadium größter Belastung ist. Darum sehen wir denn auch, daß reich differenzierte Abzweigungen zugleich die Endverzweigungen eines Stammes bilden, wofür gerade die Schneckenschalen der Ammoniden ein Beispiel bieten. Die reiche Entwicklung ist eben die Folge der Unvollkommenheit des Stoffwechsels, deshalb wird dessen Wirkung schließlich zum Verhängnis.

¹ R. Arndt: Biologische Studien, 1892 93.

² O. Jaekel: Über verschiedene Wege phylogenetischer Entwicklung, 1902.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [32_1910](#)

Autor(en)/Author(s): Jickeli Carl Friedrich

Artikel/Article: [Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels als Grundprinzip im Werden und Vergehen der Schnecken-schalen. 390-404](#)