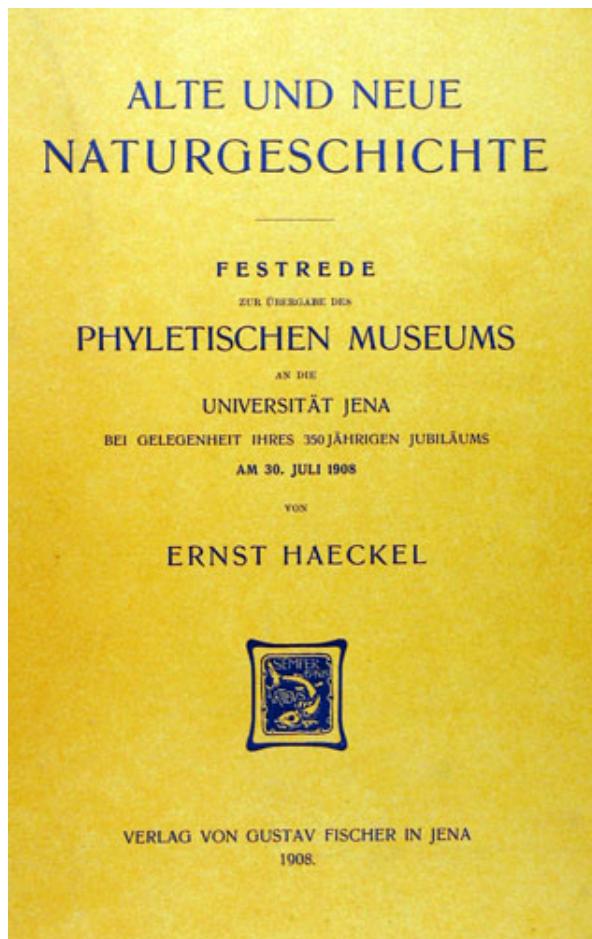


# Alte und neue Naturgeschichte

Festrede zur Übergabe des Phyletischen Museums  
an die Universität Jena bei Gelegenheit ihres  
350jährigen Jubiläums

1908



Dieses Buch wurde von [www.BioLib.de](http://www.BioLib.de) produziert.

Es steht unter dem Schutz der GNU Free Document License. Weitergabe und Kopieren sind ausdrücklich erwünscht.  
Bei Verwendung von Teilen und Abbildungen bitten wir um die Nennung von [www.BioLib.de](http://www.BioLib.de) als Quelle.

Copyright (c) 2008 Kurt Stüber.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document  
under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2  
or any later version published by the Free Software Foundation;  
with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.  
A copy of the license is included in the section entitled "GNU  
Free Documentation License".

Einscannen und Bearbeitung durch Jonas Christ,  
August 2005.

This book has been created using the program make\_book.pl, version: 4.0, Date: 2008-Oct-8

# ALTE UND NEUE NATURGESCHICHTE

---

FESTREDE

ZUR ÜBERGABE DES

## PHYLETISCHEN MUSEUMS

AN DIE

UNIVERSITÄT JENA

BEI GELEGENHEIT IHRES 350 JÄHRIGEN JUBILÄUMS

AM 30. JULI 1908

VON

ERNST HAECKEL



VERLAG VON GUSTAV FISCHER IN JENA  
1908.

# ALTE UND NEUE NATURGESCHICHTE

---

FESTREDE

ZUR ÜBERGABE DES

## PHYLETISCHEN MUSEUMS

AN DIE

UNIVERSITÄT JENA

BEI GELEGENHEIT IHRES 350 JÄHRIGEN JUBILÄUMS

AM 30. JULI 1908

VON

ERNST HAECKEL



VERLAG VON GUSTAV FISCHER IN JENA  
1908.



„Wagt ihr, also bereitet, die letzte Stufe zu steigen  
Dieses Gipfels, so reicht mir die Hand und öffnet den freien  
Blick ins weite Feld der Natur. Sie spendet die reichen  
Lebensgaben umher, die Göttin; aber empfindet  
Keine Sorge, wie sterbliche Frau'n, um ihrer Gebornen  
Sichere Nahrung; ihr ziemet es nicht: denn zwiefach bestimmte  
Sie das höchste Gesetz, beschränkte jegliches Leben.  
Gab ihm gemessnes Bedürfniss, und ungemessene Gaben,  
Leicht zu finden, streute sie aus, und ruhig begünstigt  
Sie das munte Bemühn der vielfach bedürftigen Kinder;  
Unerzogen schwärmen sie fort nach ihrer Bestimmung.“

„Zweck sein selbst ist jegliches Thier; vollkommen entspringt es  
Aus dem Schooss der Natur und zeugt vollkommene Kinder.  
Alle Glieder bilden sich aus nach ew'gen Gesetzen,  
Und die seltenste Form bewahrt im Geheimen das Urbild.“

„So ist jedem der Kinder die volle reine Gesundheit  
Von der Mutter bestimmt: denn alle lebendigen Glieder  
Widersprechen sich nie und wirken alle zum Leben.  
Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres;  
Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten  
Mächtig zurück. So zeiget sich fest die geordnete Bildung,  
Welche zum Wechsel sich neigt durch äusserlich wirkende Wesen.  
Doch im Innern befindet die Kraft der edlern Geschöpfe  
Sich im heiligen Kreise lebendiger Bildung beschlossen.  
Diese Grenzen erweitert kein Gott, es ehrt die Natur sie:  
Denn nur also beschränkt war je das Vollkommene möglich.“

„Dieser schöne Begriff von Macht und Schranken, von Willkür  
Und Gesetz, von Freiheit und Maass, von beweglicher Ordnung,  
Vorzug und Mangel, erfreue dich hoch; die heilige Muse  
Bringt harmonisch ihn dir, mit sanftem Zwange belehrend.  
Keinen höhern Begriff erringt der sittliche Denker,  
Keinen der thätige Mann, der dichtende Künstler; der Herrscher,  
Der verdient es zu sein, erfreut nur durch ihn sich der Krone.  
Freue dich, höchstes Geschöpf der Natur, du fühlst dich fähig,  
Ihr den höchsten Gedanken, zu dem sie schaffend sich aufschwang,  
Nachzudenken. Hier stehe nun still und wende die Blicke  
Rückwärts, prüfe, vergleiche, und nimm vom Munde der Muse,  
Dass du schauest, nicht schwärmt, die liebliche volle Gewissheit.“

Goethe (die Metamorphose der Thiere. 1819).

## Hochgeehrte Festversammlung!

Die 350jährige Jubelfeier unserer Thüringer Universität Jena, die wir in den beiden nächsten Tagen begehen werden, bietet mir den willkommenen Anlaß, ihre wissenschaftlichen Hilfsmittel durch die Übergabe dieses Phyletischen Museums zu vermehren, in dessen neuen Räumen ich Sie willkommen heiße. Indem ich Ihnen zunächst meinen Dank dafür ausspreche, daß Sie meiner Einladung gefolgt sind, knüpfe ich daran zugleich den Ausdruck der Hoffnung, daß Ihre freundliche Teilnahme, ebenso wie der Glanz der bevorstehenden akademischen Feste, von guter Vorbedeutung für das Gelingen des schwierigen Unternehmens sein wird, das ich mir mit der Gründung dieses ersten Museums für Entwickelungslehre gestellt habe.

Da heute das Wort „Entwickelung“ in aller Munde ist und da das Interesse für Entwickelungslehre neuerdings die weitesten Bildungskreise ergriffen hat, könnte es überflüssig erscheinen, ihre allgemeine Bedeutung und Aufgabe hier zu erörtern; und doch ist dies schon aus dem Grunde erforderlich, weil bereits sehr verschiedene moderne Richtungen sich in deren Ausbau geltend machen. Es sind jetzt gerade fünfzig Jahre verflossen, seitdem CHARLES DARWIN (am 1. Juli 1858) der Linnéschen Gesellschaft in London die ersten Mitteilungen über seine längst vorbereitete Deszendenz-Theorie und deren

Begründung durch seine neue Selektions-Theorie machte. Die zusammenhängende Darstellung derselben, welche er im folgenden Jahre in seinem epochemachenden Werke über den „Ursprung der Arten“ gab, hat bekanntlich einen beispiellosen Erfolg gehabt und das ganze Gebiet der Biologie reformiert. Denn indem dadurch das uralte Rätsel von der Schöpfung der Lebensformen gelöst wurde, fiel damit zugleich volles Licht auf die dunkle „Frage aller Fragen“, auf die „Stellung des Menschen in der Natur“. Die Verdienste, welche sich um die Lösung dieses wichtigsten Problems der Entwickelungslehre Darwins Freund, THOMAS HUXLEY, bereits 1863 erwarb, sowie die weiteren Fortschritte derselben, habe ich in der Festschrift erörtert, welche ich am heutigen Tage veröffentliche. Ich habe hier die Grundzüge der Lehre von „unserer Ahnenreihe“ (*Progonotaxis hominis*) im weiteren Ausbau derjenigen phyletischen Hypothesen dargestellt, welche ich bereits 1866 in meiner „Generellen Morphologie der Organismen“ versuchsweise entworfen hatte. Indem ich in diesem Werke die Stammesgeschichte oder Phylogenie als einen selbständigen Zweig der Entwickelungslehre geltend machte, wurde ihr Gebiet bedeutend erweitert.

Bis dahin, also bis vor 42 Jahren, verstand man in der Naturwissenschaft unter dem Begriff „Entwickelungsgeschichte“ fast ausschließlich diejenige des organischen Individuums, die wir jetzt als „Keimesgeschichte oder Ontogenie“ unterscheiden; sie wurde auch oft kurzweg als „Embryologie“ bezeichnet, weil der Embryo oder Keim ebenso beim Tier wie bei der Pflanze meistens den Zustand darstellt, aus welchem sich der reife Organismus entwickelt. Dasjenige Objekt, an welchem sich diese wunderbaren Vorgänge der Keimesentwicklung am klarsten dem wißbegierigen Blicke des Menschen darzubieten schienen, war das Hühnerei. Man wußte ja längst, daß aus seiner gelben Dotterkugel, die wir täglich als Nahrung verzehren, sich im Laufe von drei Wochen bei geeigneter Bebrütung ein vollständiger Vogelkörper mit allen seinen Organen entwickelt. Wie das eigentlich geschieht, und was dabei für wunderbare Verwandelungen vorkommen, hatte bereits 1759 KASPAR FRIEDRICH

WOLFF in seiner Doktor-Dissertation gezeigt und darauf seine neue „Theoria generationis“ gegründet, die Lehre von der Epigenesis. Da diese bedeutungsvolle Entdeckung aber den herrschenden Dogmen der Präformation widersprach und von den angesehensten physiologischen Autoritäten (— an ihrer Spitze ALBRECHT VON HALLER —) verworfen wurde, geriet sie in Vergessenheit und kam erst zur Geltung, nachdem LORENZ OKEN hier in Jena 1806 selbständige Untersuchungen über das bebrütete Hühnerei angestellt und die Beobachtungen von WOLFF bestätigt hatte. Sie fanden dann ihre ausführliche Begründung und Erweiterung in der klassischen „Entwickelungsgeschichte der Tiere“ von CARL ERNST VON BAER 1828.

Zehn Jahre später, 1838, geschah hier in Jena einer der größten Fortschritte der Biologie, die Begründung der Zellentheorie durch MATTHIAS SCHLEIDEN; sie gehört sicher zu den glänzendsten Ruhmesstilen unserer Thüringer Universität. Denn die Erkenntnis, daß die mannigfaltigen Organe aller verschiedenen Tiere und Pflanzen sich aus einem und demselben Elementarorganen, der organischen Zelle entwickeln, hatte nicht nur theoretisch den höchsten Wert für das Verständnis ihres Wesens, sondern auch praktisch für ihre Behandlung. Viele Millionen von mikroskopischen Zellen sind die selbständigen Staatsbürger, welche den einheitlichen Zellenstaat unseres eigenen menschlichen Organismus, ebenso wie denjenigen aller Histonen (aller gewebbildenden Tiere und Pflanzen) in gesetzmäßiger und zweckmäßiger Ordnung zusammensetzen. Auf diesen Grundgedanken stützt sich die Zellular-Pathologie, durch welche RUDOLF VIRCHOW vor 50 Jahren die Reform der wissenschaftlichen Medizin herbeiführte; ebenso die Zellular-Physiologie von MAX VERWORN und die jugendliche Zellular-Psychologie, zu welcher uns die vergleichende Betrachtung der Zellseele geführt hat. In dem einzelligen Organismus der Protisten — ebenso der Protophyten (Urpflanzen), wie der Protozoen (Urtiere) tritt uns die Zelle als selbständiger Elementar-Organismus, als morphologische, physiologische und psychologische Einheit unverkennbar entgegen.

In demselben denkwürdigen Jahre 1838 — also ungefähr vor 70 Jahren — veröffentlichte GOTTFRIED EHRENBERG sein großes Werk über die Infusorien, in welchem zum ersten Male die mikroskopische, dem bloßen Auge unsichtbare „Welt des kleinsten Lebens“ im Zusammenhange beschrieben, systematisch geordnet und durch zahlreiche gute Abbildungen illustriert wurde. Indessen blieb dieser berühmte Mikroskopiker von der Erkenntnis ihres wahren Wesens weit entfernt; vielmehr hielt er bis zu seinem Tode (1877) an der irrtümlichen Ansicht fest, daß die Infusionstierchen (— zu denen er auch die Diatomeen und andere einzellige Pflanzen rechnete —) „vollkommene Organismen“ seien, ausgestattet mit denselben Organen, Nerven, Muskeln, Darm usw., wie die höheren Tiere. Diese vorgefaßte Meinung zu widerlegen, gelang erst 10 Jahre später CARL THEODOR VON SIEBOLD; er stellte in seinem Lehrbuche der vergleichenden Anatomie (1848) für die vereinigten Infusorien und Rhizopoden die besondere Klasse der Urtiere (*Protozoa*) auf und bewies deren einzelligen Charakter. Die hohe Bedeutung dieses Fortschrittes wurde erst klar, als 1860 MAX SCHULTZE auf Grund seiner vergleichenden Zellstudien zeigte, daß der lebendige Leib der einfachsten Protozoen nichts weiter ist als ein zähflüssiges kernhaltiges Schleimklümpchen, und daß dieser „Urschleim“ (im Sinne von OKEN) im wesentlichen identisch ist mit der „lebendigen Substanz“, die als Protoplasma in allen Zellen des Tier- und Pflanzenkörpers den wichtigsten aktiven Teil darstellt. Der weitreichende Einfluß dieser „Plasmatheorie“ (— oder „Protoplasmatheorie“ —) auf alle unsere Vorstellungen von dem „Mechanismus des Lebens“ wurde in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts nach verschiedenen Richtungen hin immer mehr bemerkbar. Einerseits machten uns die ausgedehnten Tiefsee-Forschungen, welche zuerst die englische Challenger-Expedition unter SIR WYVILLE THOMSON und SIR JOHN MURRAY (1873—1876) mit größtem Erfolge durchgeführt hatte, mit einer überraschenden Fülle von wunderbaren einzelligen Lebensformen, vor allen von Radiolarien bekannt. In mehr als 4000 Arten dieser merkwürdigen Rhizopoden, welche ich in dem Challenger-Werke beschrieb, offen-

bart die lebendige Substanz des einzelligen Körpers ihre wunderbare plastische Kunst in der Produktion der zierlichsten und mannigfachst gestalteten Kieselgehäuse. Anderseits lehrte uns die tiefer eindringende, durch neue Forschungsmethoden und Instrumente geförderte Erforschung des Zellenlebens in den Geweben der Histonen (— der vielzelligen Tiere und Pflanzen —), daß alle verschiedenen Lebenstätigkeiten der Organismen, auch die vollkommensten und höchsten von allen, die Seelentätigkeiten, auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Plasma zurückzuführen sind.

Von besonderer Wichtigkeit wurde in dieser Beziehung die Erkenntnis, daß auch die Eier der vielzelligen und gewebebildenden Organismen überall nichts anderes sind als einfache Zellen, und daß der Aufbau der Gewebe und Organe lediglich auf der fortgesetzten Teilung der befruchteten Eizelle und der Arbeitsteilung ihrer Abkömmlinge beruht. Viele Eier schienen durch ihre abnorme Größe und Zusammensetzung dem einfachen Zellbegriffe sich nicht fügen zu wollen. Insbesondere galt dies von dem klassischen Hühnerei, dem ältesten und meist bevorzugten Objekte embryologischer Forschungen. Erst 1861 wurde hier in Jena durch CARL GEGENBAUR nachgewiesen, daß auch die große gelbe Dotterkugel des unbefruchteten Vogeleiies (— und ebenso der großen, mit reichem Nahrungsdotter belasteten Eier der Reptilien, Selachier usw. —) eine einfache Zelle ist.

Die vergleichenden Untersuchungen, die ich selbst über die embryonale Entwicklung der verschiedenen Tierstämme — ausgehend von den niederen Gruppen der Spongiens, Polypen, Korallen, Medusen, Siphonophoren usw. — in den Jahren 1866—1876 anstellte, führten mich zu der Erkenntnis, daß auch die beiden Zellenschichten, die sich durch die wiederholte Teilung der befruchteten Eizelle bilden, — die sogenannten „Primären Keimblätter“ — im ganzen Tierreiche gleichbedeutend oder homolog sind; überall ordnen sich die gleichartigen Furchungszellen oder Blastomeren — die Produkte des vielfachen Teilungsprozesses — nach denselben Gesetzen. Obgleich nun der

Keim des Tierkörpers, der sich daraus aufbaut, in den verschiedenen Klassen scheinbar sehr verschiedene Formen annimmt und tatsächlich auch unter ganz verschiedenartigen Namen beschrieben war, gelang es mir dennoch, alle diese mannigfaltigen Keimformen der Metazoen auf eine und dieselbe Urform zurückzuführen, die Gastrula. Dieser „Becherkeim“ gleicht einem einfachen, doppelwandigen Becher, dessen Höhle zur Ernährung dient und als einfacher „Urdarm“ das älteste Organ des Metazoen-Organismus darstellt; seine einfache Öffnung ist der „Urmund“ und dient zur Nahrungsaufnahme. Die innere Zellenschicht, die den Urdarm auskleidet, ist das Entoderm oder Gastralblatt; sie liefert als „inneres Keimblatt“ das primitive Darmepithel, das verdauende Gewebe. Die äußere Zellenschicht bildet die schützende Decke, das Ektoderm oder „äußere Keimblatt“; sie vermittelt die Empfindung und Bewegung.

Da die Vorgänge der Gastrulation im ganzen Reiche der Metazoen dieselben sind, da der vielzellige Gewebebau ihres Körpers, von den niedersten Polypen und Würmern bis zur Ameise und zum Menschen hinauf, sich nach denselben Gesetzen entwickelt, so schloß ich aus der Identität ihrer Keimesgeschichte auf eine entsprechende Einheit ihrer Stammesgeschichte. Ich gelangte so zu der monophyletischen Hypothese, daß die Hunderttausende von Metazoen-Formen, die wir als Arten unterscheiden, ursprünglich aus einer und derselben Stammform hervorgegangen sind, der Gastraea. Auch heute noch leben verschiedene einfachste Arten von Gewebtieren, welche sich von dieser hypothetischen gemeinsamen Stammform nur wenig entfernt haben: der gemeine Süßwasserpoly (Hydra); die primitivste Form der Spongiens (*Olynthus*), der Turbellarien (*Convoluta*) usw. Der von MONTICELLI 1895 entdeckte *Pemmatodiscus* erscheint sogar als ein unveränderter Nachkomme der *Gastraea*. Nachdem ich die Grundzüge dieser *Gastraea*-Theorie zuerst 1872 in meiner Biologie der Kalkschwämme (Bd. I, S. 464) publiziert hatte, suchte ich später in verschiedenen „Studien zur *Gastraea*-Theorie“ (1873—1876) ihre weitreichenden Folgerungen auszubauen und zur

Stütze meines „Biogenetischen Grundgesetzes“ zu verwerten. Ihre besondere Anwendung auf die Entwicklungsgeschichte des Menschen versuchte ich 1874 in meiner Anthropogenie (V. Aufl. 1903).

Ansätze zur Erkenntnis des biogenetischen Grundgesetzes waren schon lange vor Darwin unternommen worden. Bereits 1811 sprach der Anatom MECKEL in Halle von einer „Gleichung zwischen der Entwicklung des Embryo und der Tierreihe“. Aber erst 1864 wies FRITZ MÜLLER (= DESTERRO) in seiner gedankenreichen kleinen Schrift „Für Darwin“ an dem Beispiele der Krustazeen-Klasse nach, welche gewichtigen Folgeschlüsse sich aus der vergleichenden Embryologie einer formenreichen Tierklasse für ihre hypothetische Abstammung von einer gemeinsamen Stammform ziehen lassen.

Als ich sodann 1866 in meiner „Generellen Morphologie der Organismen“ die mechanische Begründung der organischen Formenlehre durch die Deszendenz-Theorie auszuführen versuchte, stellte ich der älteren „Keimesgeschichte der Ontogenie“ als gleichberechtigten Zweig der organischen Entwicklungsgeschichte die neue „Stammsgeschichte oder Phylogenie“ gegenüber. Die innige kausale Beziehung beider Zweige formulierte ich in dem Satze: „Die Ontogenie ist eine kurze Rekapitulation der Phylogenie“ — oder ausführlicher: „Die Ontogenesis (oder die Entwicklung des Individuums) ist eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung (Rekapitulation) der Phylogenesis oder der Entwicklung des zugehörigen Stammes, d. h. der Vorfahren, welche die historische Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden.“

Indem ich die allgemeine Geltung des biogenetischen Grundgesetzes für sämtliche Organismen in Anspruch nahm, betonte ich schon damals die Notwendigkeit, stets beide Seiten desselben kritisch im Auge zu behalten, den palingenetischen und den zaenogenetischen Teil. Die Wiederholung der Palingenesis, welche durch die Vererbungsgesetze bedingt wird, ist niemals vollständig; denn im Laufe

der vielen Jahrmillionen, die seit dem Beginne des organischen Lebens auf unserer Erde verflossen sind, haben unzählige Störungen jener Auszugsgeschichte durch die Zaenogenesis stattgefunden, welche durch die Anpassungsgesetze verursacht sind; einerseits Abkürzung und Zusammenziehung des ursprünglichen Ganges der Keimesgeschichte, anderseits Einschiebung von neuen und fremden Zuständen. Als ein allbekanntes Beispiel sei nur die Verwandlung des Frosches erwähnt; die Kaulquappe oder Froschlarve, die wir in jedem Frühjahr in unseren Teichen massenhaft schwimmend antreffen, hat im wesentlichen die Organisation eines Fisches; ihr Ruder schwanz ist ein echter Fischschwanz, sie atmet Wasser durch Kiemen gleich den Fischen und hat noch keine Lungen für die Luftatmung; dementsprechend ist auch ihr Herz einfach wie das Fischherz und enthält bloß venöses, karbonisches Blut. Erst während der Verwandlung der wasserbewohnenden fußlosen Kaulquappe in den vierfüßigen, auf dem Lande hüpfenden Frosch geht innerhalb weniger Wochen der Fischschwanz verloren und tritt an die Stelle der Kiemenatmung die Lungenatmung; zugleich teilt sich die Vorkammer des Herzens in zwei Hälften und vollziehen sich zahlreiche und tiefgreifende Veränderungen im inneren Körperbau. Wir ziehen daraus mit vollem Recht den Schluß, daß die Frösche, gleich allen anderen Amphibien, ursprünglich von Fischen abstammen, und wir können sogar die Periode der Erdgeschichte, in der dieser historische Prozeß stattfand, mit Hilfe der Paläontologie positiv bestimmen. Denn Versteinerungen von Amphibien (Panzerlurchen oder Stegocephalen) treten erst in der Steinkohlenperiode auf; in der langen vorhergehenden Devonperiode waren die Wirbeltiere nur durch wasserbewohnende Fische vertreten. Es würde aber ganz verfehlt sein, anzunehmen, daß unsere heutigen Kaulquappen uns in jeder Beziehung ein getreues Bild vom äußeren Aussehen und von der inneren Struktur jener uralten karbonischen Panzerlurche und ihrer nächsten Vorfahren, der devonischen Fische geben, die in die direkte Ahnenreihe der Amphibien gehören. Vielmehr ist es ganz sicher, daß in beiden Beziehungen sich die Jugendzustände der Amphibien im Laufe der

verflossenen Jahrmillionen ebenso vielfach verändert haben, wie die geschlechtsreifen Artformen. Übrigens ist dieses Beispiel auch für unsren eignen Stammbaum von hohem Interesse; denn es wird jetzt von allen fachkundigen Zoologen und Anatomen einstimmig angenommen, daß die Säugetiere, also auch der Mensch, von den älteren Amphibien abstammen, und daß also auch die devonischen Fische, deren Bildung sich in unsren heutigen Kaulquappen annähernd wiederholt, in die Ahnenreihe des Menschen gehören.

Ebenso wie diese Verwandlung der Frösche nur durch ihre kausale Beziehung zur Stammesgeschichte der Klasse verstanden und erklärt wird, ist es auch bei der allbekannten Metamorphose der Insekten der Fall. Die Raupe, aus der sich der sechsfüßige geflügelte Schmetterling entwickelt, ist das annähernde palingenetische Abbild der vielfüßigen Myriapoden und der weiter zurückliegenden Anneliden-Ahnen, aus denen in palaeozoischer (wahrscheinlich in devonischer) Zeit die Stammformen der Insekten hervorgegangen sind. Aber auch hier dürfen wir nicht annehmen, daß irgend eine Insektenlarve uns in jeder Beziehung eine getreue Wiederholung jener längst ausgestorbenen Vorfahren vor Augen führt; vielmehr sind die heutigen Insektenlarven in vieler Hinsicht ebenso zaenogenetisch abgeändert wie die Kaulquappe; und die ruhende Puppe, innerhalb deren Hülle sich die Umbildung der ringelwurm-ähnlichen Raupe zum geflügelten Insekt vollzieht, ist ein durchaus zaenogenetischer Zustand, der erst später durch Anpassung an den vorteilhaften Ruhezustand des „Puppenschlafes“ erworben worden ist. Ähnliche Beweise für die allgemeine Geltung des biogenetischen Grundgesetzes und für die Notwendigkeit, stets beide Seiten desselben, Palingenesis oder Auszugsentwicklung, und Zaenogenesis, oder Störungsentwicklung, kritisch zu sondern, liefert uns die Ontogenie der Wirbellosen in Fülle; wir erinnern bloß an die merkwürdigen Metamorphosen der Echinodermen, Mollusken, Tunikaten usw. Ganz besonders lehrreich ist in dieser Beziehung die rätselvolle Naturgeschichte der Sterntiere, der fünfstrahligen Echinodermen (Seesterne, Seeigel, Seegurken usw.).

Bei der kritischen Anwendung des biogenetischen Grundgesetzes und der damit verknüpften Erklärung der ontogenetischen Tatsachen durch phylogenetische Hypothesen kommen alle jene Gesetze der Vererbung und Anpassung in Frage, welche ich zuerst im 19. Kapitel der „Generellen Morphologie“ 1866 formuliert und später in der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ im Auszuge besprochen habe. Dabei lege ich das große Gewicht auf die vereinigte Wirkung der konservativen und der progressiven Vererbung; denn die erbliche Übertragung der althergebrachten „erblichen Eigenschaften“ wird stets modifiziert oder abgeändert durch den Einfluß der „Vererbung erworbener Eigenschaften“. Ich hatte diese letztere im Gegensatze zu jener „konservativen“ Heredität, als die „progressive“ bezeichnet; es scheint aber jetzt zweckmäßiger sie als „transformative Vererbung“ zu unterscheiden; denn neben der überwiegenden Masse der progressiven Veränderungen kommen doch auch zahlreiche regressive Umbildungen auf ihre Rechnung, wie z. B. die „rudimentären Organe“, die degenerierten Parasiten usw.

In den zahlreichen Schriften, welche im Laufe der letzten vierzig Jahre über Vererbung erschienen sind, gibt sich eine höchst verschiedene Wertschätzung der transformativen Vererbung kund. Die meisten Morphologen, insbesondere die umfassend vergleichenden Anatomen, schreiben ihr die höchste Bedeutung zu; ich selbst teile diese Ansicht und betrachte sie als grundlegend für die ganze Deszendenztheorie. Anderseits bestreiten viele Embryologen, namentlich Anhänger der modernen Entwickelungsmechanik, jene Bedeutung, oder sie leugnen die „Vererbung erworbener Eigenschaften“ überhaupt ganz. Sie stützen sich dabei hauptsächlich auf die scharfsinnig ausgedachte „Keimplasmatheorie“ von AUGUST WEISMANN, der als Verteidiger der Selektionstheorie sich die größten Verdienste um die Entwickelungslehre erworben hat. Ich selbst muß die Grundlagen seiner komplizierten Molekularhypothese für irrtümlich halten und kann auch nicht seine übertriebene Ansicht von der „Allmacht der natürlichen Züchtung“ teilen, obwohl ich deren Wert sehr hoch schätze. Viel-

mehr teile ich die Anschauungen über den gewaltigen transformativen und erblichen Einfluß der direkten Anpassung, den zuerst der große JEAN LAMARCK schon vor hundert Jahren in seiner Philosophie zoologique dargelegt hatte. Bei dieser Gelegenheit muß ich wiederholt betonen, daß der prinzipielle Gegensatz zwischen LAMARCK und DARWIN, der neuerdings künstlich in dieser Beziehung konstruiert wird, tatsächlich gar nicht existiert. Wie aus zahlreichen Stellen seiner Schriften sich ergibt, war DARWIN von der hohen Bedeutung der transformativen Vererbung ebenso fest überzeugt wie sein tiefblickender Vorgänger LAMARCK; der wesentliche Unterschied zwischen den beiden führenden Begründern der Deszendenztheorie liegt nicht in diesem Punkte, sondern in der neuen Schöpfung der Selektionstheorie. Ich selbst habe dreimal das Glück gehabt, den ehrwürdigen Begründer der letzteren auf seinem Landgute in Down zu besuchen und die wichtigsten Probleme seiner Lehren mit ihm zu besprechen; jedesmal erfuhr ich aus seinem eigenen Munde, daß er die „Vererbung erworbener Eigenschaften“ für einen unentbehrlichen Grundstein derselben hielt. Das war auch die feste Überzeugung des großen Morphologen CARL GEGENBAUR, mit dem ich diese Frage hier oftmals eingehend besprochen habe. Indem dieser umfassende Naturforscher vor vierzig Jahren hier in Jena die Deszendenztheorie auf das Gesamtgebiet der vergleichenden Anatomie anwendete und dadurch diese philosophische Naturwissenschaft im Sinne von GOETHE auf eine höhere Stufe der Vollendung erhob, betonte er stets die Abhängigkeit des Organismus vom umbildenden Einflusse der Außenwelt, der Lebensbedingungen und der Organfunktionen. Diese Umbildung kann aber nur dann sich dauernd befestigen, wenn die neuen, durch Anpassung, Gewohnheit und Übung erworbenen Eigenschaften durch Vererbung auf die Nachkommen übertragen werden.

Neuerdings mehrt sich die Zahl jener Abhandlungen, in denen ängstlich nach irgend einem sicheren Beispiele von „Vererbung erworbener Eigenschaften“ gesucht und deren Geltung bezweifelt wird. Dabei wird besonders die Forderung laut, daß sie erst „experimentell

bewiesen“ werden müsse. Seit Jahrtausenden liegen aber viele Tausende solcher gelungener Experimente in den positiven Resultaten der Tierzucht und der Pflanzenzucht vor. Anderseits ist zu bedenken, daß viele von den bezüglichen historischen Prozessen überhaupt nicht eines Experimental-Beweises fähig sind, weil uns deren Bedingungen und Ursachen unbekannt sind. Vielen Einwänden jener Skeptiker gegenüber kann man nur erwidern, daß sie „den Wald vor Bäumen nicht sehen“. Wir erinnern bloß an die allbekannten Tatsachen der Familienähnlichkeit. Jedermann weiß, wie sich nicht nur die allgemeinen Gesichtszüge, Farbe von Haar und Augen, Ton der Stimme, sondern auch Charakterzüge der Seele, Temperament und Talent, ja sogar Handschrift und bestimmte Bewegungsformen, von Eltern und Großeltern auf die Kinder vererben. Diese „erblichen Charakterzüge“ sind aber größtenteils durch die besondere Lebensweise und die Gewohnheiten einzelner Individuen, durch Gebrauch ihrer Organe, Übung ihrer Funktionen erworben und dann durch Vererbung auf die Nachkommen übertragen worden. Wenn diese Erfahrungen mit der vielgerühmten „Keimplasmatheorie“ nicht zusammenstimmen, so liegt das eben daran, daß deren Grundgedanken irrtümlich sind.

Viel helleres Licht als durch die zahlreichen Arbeiten über das Keimplasma und die damit verknüpfte Theorie der Chromosomen wird auf die dunklen und verwinkelten Probleme der Vererbung durch die neuere Mnemetheorie geworfen. Bereits 1870 hatte der Physiologe EWALD HERING in einer gedankenreichen kleinen Abhandlung „Das Gedächtnis als eine allgemeine Funktion der organisierten Materie“ bezeichnet. Darauf gestützt hatte ich 1875 in meiner Schrift über „die Perigenesis der Plastidule“ zu zeigen versucht, in welcher Weise die Erscheinungen der Vererbung und Anpassung — und ganz besonders die Verknüpfung Beider in der progressiven Vererbung — durch das elementare Gedächtnis der Plastidule oder Plasmamoleküle erklärt werden können. Zahlreiche Beweise für eine solche „unbewußte Seelentätigkeit“ der lebendigen Substanz fand ich in der vergleichenden

den Psychologie der Protisten und ganz besonders der Radiolarien. Die spezifische Vererbung von mehr als 4000 charakteristischen Skelettformen innerhalb dieser einen Klasse wird vermittelt durch die formative Tätigkeit formloser unbeständiger Pseudopodien, die von einem einfachen, meistens kugeligen Plasmakörper ausstrahlen. Diese Tatsache läßt sich allein erklären durch die Annahme, daß die formlose und strukturlose, zähflüssige Masse des lebendigen Plasma Empfindung, plastisches Distanzgefühl, Willen und Gedächtnis besitzt, kurz ein unbewußtes Seelenleben von einfachster Art. In gleicher Weise müssen wir aber auch eine primitive unbewußte Zellseele, mit den gleichen plastischen Fähigkeiten, den Gewebezellen der Metazoen und Metaphyten zuschreiben, welche deren Gewebe und Organe gesetzmäßig aufbauen. Die einleuchtenden Beweise dafür, unterstützt durch physiologische Experimente, hat 1904 RICHARD SEMON in seinem ausgezeichneten Werke gegeben: „Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens“ (II. Aufl. 1908). Ich teile die Ansicht des hervorragenden Psychologen und Ameisenforschers AUGUST FOREL, daß diese Schrift die Identität der Gedächtnis- und der Vererbungs-Prozesse bündig beweist; ich erblicke außerdem darin eine kräftige Stütze sowohl für das biogenetische Grundgesetz als für meine Cellularpsychologie.

Wenn die biogenetischen Erscheinungen überwiegend palinogenetisch wären, so würde es meistens leicht sein, aus den unmittelbaren Beobachtungen der Keimesgeschichte zurückzuschließen auf die entsprechenden Prozesse in der hypothetischen Stammesgeschichte. Meistens ist das aber nicht der Fall. Vielmehr sind die zaenogenetischen Störungen des ursprünglichen Bildungsganges in der Mehrzahl der Fälle so mächtig, daß sie dessen reines Bild verwischen, fälschen oder ganz verdecken. Wir sind dann beim Aufbau unserer phylogenetischen Hypothesen vorzugsweise auf die beiden anderen Urkunden der Stammesgeschichte angewiesen, auf die Erfahrungen der vergleichenden Anatomie und der Paläontologie. Die gegenseitige Ergänzung und Stützung dieser drei großen empirischen Urkunden ist

für uns von höchstem Werte. Sie erfordert aber ebenso viel ausgedehnte Sachkenntnis als umsichtige Kritik.

Die älteste von diesen drei grundlegenden Urkunden ist die vergleichende Anatomie (oder besser Morphologie). Sie ist eigentlich viel älter als die Deszendenz-Theorie; denn schon ARISTOTELES legte im vierten Jahrhundert vor Christus den Grund dazu in seiner Schrift über die „Teile der Tiere“. Die Ärzte des klassischen Altertums, insbesondere der große GALENUS (im 2. Jahrh. n. Chr.), der Begründer der menschlichen Anatomie und Physiologie, schöpften ihre Kenntnisse weniger aus der eigenen Untersuchung des menschlichen Körpers, als vielmehr aus derjenigen der nächstverwandten Säugetiere, vor allen der Affen. Ihre wesentliche Übereinstimmung im inneren Körperbau, in der Lagerung und Zusammensetzung der wichtigsten Organe, wie in ihrer physiologischen Tätigkeit, ist ja so groß, daß sie jedem denkenden Beobachter auffallen mußte. Aber die eigentliche Bedeutung dieser merkwürdigen Tatsache fing doch erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts an klar zu werden.

Als der eigentliche Begründer der modernen vergleichenden Anatomie pflegt gewöhnlich und mit Recht GEORGE CUVIER gefeiert zu werden; er erhob auch gleichzeitig, im Beginn des 19. Jahrhunderts, die Paläontologie zum Range einer selbständigen Wissenschaft. In dem er die Ergebnisse dieser beiden Disziplinen mit seinen reichen systematischen Kenntnissen verknüpfte, gelangte er zur Aufstellung jenes natürlichen Systems der Tiere, welches (1812) in der Unterscheidung von vier Typen und sechszehn Klassen gipfelte und bis 1848 in Geltung blieb. Mit klarem Scharfblick erkannte er die Zusammengehörigkeit aller Tiere, welche in jedem der großen Stämme (Wirbeltiere, Gliedertiere, Weichtiere, Strahltiere vereinigt waren. Da er jedoch an LINNÉS Dogma von der Spezies-Konstanz festhielt und jede Art als ein selbständiges Schöpfungsprodukt ansah, erblickte er in jener typischen Einheit des mannigfaltigen Körperbaues nicht die Folge wirklicher Stammverwandtschaft (— die sein Kollege LAMARCK

schon 1809 behauptet hatte! —) sondern den Ausfluß eines rätselhaften transzendenten Schöpfungs-Planes. Auch JOHANNES MÜLLER in Berlin, den man mit Recht den „Deutschen Cuvier“ genannt hat, und der alle Zweige der Morphologie und Physiologie umfassend beherrschte, vermochte den Schleier jenes mysteriösen Schöpfungsgeheimnisses nicht zu durchdringen. Erst kurz nach seinem Tode (April 1858) erschien die erste Mitteilung von CHARLES DARWIN, welche darüber volles Licht verbreitete. Wie wertvoll dieses Licht für das Verständnis der Morphologie ist, und wie die tausend Probleme dieses interessanten Forschungsgebiets nur durch die Deszendenz-Theorie vernünftigerweise zu erklären sind — wie sie anderseits wieder deren feste Stütze bilden — hat zuerst CARL GEGENBAUR hier in Jena in seinen klassischen Grundzügen der vergleichenden Anatomie vor vierzig Jahren gezeigt.

Nun ist es gewiß für unsere Universität Jena von ganz besonderem Interesse, daß bereits 80 Jahre früher hier der größte deutsche Genius mit denselben Problemen sich eingehend beschäftigte. Auf unserer bescheidenen Anatomie saß damals WOLFGANG GOETHE und studierte unter der Anleitung von LODER eifrigst das Knochengerüst der Wirbeltiere und besonders ihren Schädel. Seine Bemühungen wurden belohnt durch die Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen und später durch die berühmte „Wirbeltheorie des Schädels“. Da ich diese Verdienste in meiner vorliegenden Festschrift (über „Unsere Ahnenreihe“) eingehend gewürdigt habe, will ich hier nur kurz nochmals hervorheben, daß GOETHE in diesen Erkenntnissen seinen Zeitgenossen weit voraus war. Nicht mit Unrecht ist er neuerdings als Vorläufer sowohl von CUVIER als von DARWIN gefeiert worden. Denn die berühmte Abhandlung über den Zwischenkiefer wurde schon 1784 geschrieben; und 1795 folgte GOETHES bedeutendstes morphologisches Werk, der „Erste Entwurf einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Osteologie“. Erst fünf Jahre später begann CUVIER seine Vorlesungen über vergleichende Anatomie zu

veröffentlichen. Jedenfalls ist es höchst bemerkenswert, daß diese morphologischen Studien im Gedankenleben unseres größten Dichters und Denkers sechzig Jahre hindurch einen beträchtlichen Raum eingenommen haben. Denn schon als Student in Straßburg hatte GOETHE seine vergleichend-anatomischen Studien begonnen, und noch in seinen letzten Lebenstagen war er damit beschäftigt.

Unter den zahlreichen Objekten der vergleichenden Anatomie ist das Knochengerüst der Wirbeltiere, und an ihrer Spitze der Säugetiere, ganz besonders lehrreich. Denn hier bietet sich dem kritischen Scharfblick des Morphologen unmittelbar die tiefen Einsicht in eine Formverwandtschaft, die vernünftigerweise nur als Stammverwandtschaft gedeutet werden kann. Wir sehen unmittelbar, daß das Skelett des Menschen und der Menschenaffen aus denselben 200 Knochen zusammengesetzt ist, in der gleichen gesetzmäßigen Anordnung und Verbindung; wir erkennen, daß zwar viele Unterschiede in der speziellen Gestalt und Größe der einzelnen Knochen vorhanden sind, daß diese aber das Wesen des ganzen wunderbaren Baues gar nicht berühren, und daß sie nur durch ungleiches Wachstum derselben Teile in den verschiedenen Arten und Individuen bedingt sind; dieses aber hängt wiederum von der Anpassung an die besonderen Lebensverhältnisse und von dem Gebrauche der Organe ab.

Der interessanteste und wichtigste Teil des Knochengerüstes ist der Schädel, die festgefügte Kapsel, welche zum Schutz und zur Stütze der edelsten Organe, des Gehirns und der höheren Sinnesorgane dient. Die umfangreiche Literatur, welche sich über den Bau und die Bedeutung des Schädels seit mehr als Hundert Jahren entwickelt hat, geht nach zwei verschiedenen Richtungen auseinander. Die vergleichende Kraniologie sucht durch kritische Synthese die allgemeinen Gesetze der Schädelbildung zu erkennen und sie auf eine Reihe von Wirbelsegmenten des Kopfes zurückzuführen, auch ihre ursprüngliche Einheit bei allen Wirbeltieren nachzuweisen (— trotz aller Verschiedenheiten in Größe und Form der einzelnen Knochen —).

Der Grund zu dieser Morphologie des Schädels wurde hier in Jena gelegt, zuerst durch GOETHE, der schon 1790 seine tiefgründigen Gedanken darüber brieflich an Freunde mitteilte; später durch LORENZ OKEN, der 1807 unabhängig davon auf dieselben Ideen kam und sie in der Antrittsvorlesung seiner hiesigen Professur der Naturgeschichte entwickelte. Der Grundgedanke dieser älteren Schädeltheorie, daß der Schädel das umgebildete Kopfstück der Wirbelsäule sei, war richtig; aber seine Begründung war irrtümlich. Sie wurde 65 Jahre später (— ebenfalls in Jena —) durch CARL GEGENBAUR berichtigt, der die verwickelten Schädelbildungen der höheren Wirbeltiere aus der einfachen Knorpelkapsel der ältesten Fische (Selachier) ableitete, in seinen klassischen „Untersuchungen über das Kopfskelett der Wirbeltiere“ (1872). Wie der Schädel aller anderen Säugetiere, so ist auch derjenige des Menschen durch wichtige Eigentümlichkeiten von dem der übrigen Wirbeltiere verschieden; trotzdem wurde seine Entstehung aus dem älteren Kranium der Amphibien nachgewiesen.

In ganz anderer Richtung als diese komparante und phyletische Kraniologie bewegt sich die exakte Schädeforschung, die seit 50 Jahren einen mächtigen Aufschwung genommen hat. Sie sucht durch genaueste Analyse, Messung und Beschreibung aller einzelnen Knochen, ihrer Größenverhältnisse und Winkel, eine vollkommene mathematische Kenntnis jedes einzelnen Schädels zu erreichen und seine Unterschiede von den anderen festzustellen. Durch Aufstellung unendlicher Zahlentabellen und Vergleichung ihrer Maßverhältnisse glaubte man insbesondere die Unterschiede des menschlichen Schädels verwerten zu können, einerseits zur Abschätzung ihres geistigen Entwickelungsgrades, anderseits zur Klassifikation der höheren und niederen Menschenrassen. Die hohen Erwartungen, welche sich an diese exakte Kraniometrie (— ebenso wie früher an die psychologische Schädellehre von GALL —) knüpften, sind nur zum kleinen Teil in Erfüllung gegangen; der größere Teil erwies sich als nutzlose Danaidenarbeit. Ihre Einseitigkeit trat um so mehr hervor, je mehr sie neuerdings in Gegensatz zur vergleichenden Kraniologie

trat; besonders seit 1877, seitdem RUDOLF VIRCHOW, ihre größte Autorität in Deutschland, in schrofferen Gegensatz zum Darwinismus trat und die Ableitung des Menschenschädels vom Affenschädel entschieden bekämpfte.

Der Gegensatz zwischen diesen beiden gleich berechtigten Forschungsmethoden, der vergleichend-historischen und der exakt beschreibenden, trat auch auf anderen Gebieten neuerdings vielfach hervor, so in der Physiologie und Embryologie. Während die vergleichende Ontogenie die Einheit der verschiedenen Keimesgeschichte nachzuweisen und sie durch die Stammesgeschichte zu erklären versucht, begnügt sich dagegen die moderne Entwickelungsmechanik, durch anscheinend exakte Beschreibung und experimentelle Untersuchung der ontogenetischen Prozesse eine möglichst genaue Kenntnis derselben zu gewinnen und sie direkt auf einfache physikalische Ursachen zurückzuführen, ohne Beziehung zur Phylogenie. Dadurch geht aber der große historische Hintergrund verloren, der in der Stammesgeschichte unserer ~~Vorfahren~~ die wahren Ursachen ihrer Keimesgeschichte birgt.

Die Einseitigkeit dieser unfruchtbaren „Entwickelungsmechanik“ ist neuerdings so weit gegangen, daß sie überhaupt den Wert historischer Forschung leugnet und nur diejenigen Erscheinungen als würdige Untersuchungsobjekte gelten läßt, welche unmittelbar in der Gegenwart exakter Beobachtung und Messung zugänglich sind; sie glaubt ihre Ursachen erkannt zu haben, wenn sie sie unmittelbar auf physikalische und chemische Gesetze zurückführen kann. Das törichte dieser unhistorischen „Mechanik“ ergibt sich schon aus dem alten Namen „Entwickelungsgeschichte“. Denn jeder Entwickelungsprozeß beruht auf „Geschehen“ und nur durch sein „Werden“ wird jedes Gewordene erkannt. Freilich betrachten auch wir alle Veränderungen als mechanische Prozesse und suchen sie zuletzt auf physikalische Gesetze zurückzuführen. Auf dem Titelblatt und in der Einleitung zur „Generellen Morphologie“ habe ich 1866 diese „Mechanische Begründung“ (in umfassendstem Sinne!) ausdrücklich hervor-

gehoben. Allein die unmittelbar zu beobachtenden ontogenetischen Prozesse — selbst die einfachen embryologischen Vorgänge bei der Gastrulation — sind nicht direkt durch die chemischen und physikalischen Eigenschaften der vereinigten Furchungszellen zu erklären, sondern indirekt durch die phylogenetischen Prozesse, welche vor vielen Jahrmillionen ihre Protistenahnen zur Bildung der ersten Zellvereine und weiterhin durch Arbeitsteilung der verbündeten sozialen Zellen zur Sonderung der ersten Gewebe in den Keimblättern geführt haben. Durch tausendfache Vererbung, durch das treue Gedächtnis der assoziierten Zellen sind die verwickelten historischen Vorgänge entstanden, die heute als scheinbar einfache physikalische Prozesse vor unsren Augen sich vollziehen.

Während unsere historische Auffassung im Gebiete des organischen Lebens immer noch manchem Widerspruch begegnet und sogar die allgemeine Berechtigung unserer phyletischen Hypothesen noch vielfach bestritten wird, ist dieselbe dagegen im Gebiete der anorganischen Natur längst anerkannt. Kein Astronom bezweifelt mehr, daß die unzähligen Weltkörper sich historisch entwickelt haben, gleichviel ob man die ältere Kosmogenie von KANT und LAPLACE annimmt oder die neuere Meteoritenhypothese von LOCKYER u. a. Ebenso sind alle Geologen davon überzeugt, daß die heutige Gestalt unserer Erdrinde die letzte Folge einer Reihe von großen Metamorphosen ist, und daß die mächtigen Gebirgszüge sich zu verschiedenen Zeiten von selbst entwickelt haben. Milliarden von Zufällen haben zusammengewirkt, um in beständigem Wechsel die Grenzen von Land und Meer, von Gebirge und Flachland zu verschieben, und Tausende von Zufällen wirken alltäglich noch heute zusammen, um die Gestalt und Größe jedes Flusses, jedes Hügels beständig zu verändern. Kein Geologe nimmt heute mehr an, daß diese natürliche Selbstentwicklung die vorbedachte Folge eines weisen Schöpfungsplanes oder die absichtliche Wirkung einer zweckmäßig tätigen Schöpfungskraft ist.

Dasselbe Wechselspiel der vorhandenen Naturkräfte, welches so in der Geologie und Astronomie allgemein als einzige „wahre Ur-

sache“ anerkannt wird, ist auch der einzige Schöpfungsfaktor im organischen Leben unseres Planeten, und seine gleiche Anerkennung fordern wir auch im Gebiete der gesamten Biologie und speziell in der Phylogenie. Wenn im Gegensatze dazu für die Entwicklungsgeschichte der organischen Welt noch vielfach eine besondere dirigierende „Lebenskraft“, eine zweckmäßige „Zielstrebigkeit“ oder gar eine „allweise Vorsehung“ angenommen wird, so bedeutet dieser vielgepriesene „Neovitalismus“ einen Rückschritt um ein halbes Jahrhundert. Denn schon 1858 wurde der alte „Vitalismus“, die mystische Dichtung von einer besonderen, übernatürlichen Lebenskraft, durch DARWIN ebenso im Gebiete der Entwickelungslehre zurückgewiesen, wie er kurz zuvor von der modernen Physiologie im Gebiete der Funktionslehre widerlegt worden war. Freilich spukt er auch heute noch im Gebiete der Psychologie und wird von den Athanisten (— den Unsterblichkeitsgläubigen —) ebenso festgehalten, wie von den Spiritisten und Okkultisten. Aber unstreitig wird er auch hier früher oder später jener naturgemäßen monistischen Auffassung weichen müssen, welche in der ganzen Welt die ausschließliche Geltung von festen und unabänderlichen Naturgesetzen fordert.

Wenn wir demnach die Geologie als eine starke Stütze für unsere histologische Auffassung der Biologie in Anspruch nehmen dürfen, so gilt das noch ganz besonders für eine Wissenschaft, die zwischen beiden in der Mitte steht und die zu beiden die innigsten Beziehungen besitzt, für die Paläontologie. Denn die Versteinerungskunde belehrt uns unmittelbar über die historische Zeitfolge der geologischen Perioden, die in den Jahrmillionen der organischen Erdgeschichte aufeinander gefolgt sind, und über die Reihenfolge der stammverwandten Tier- und Pflanzengruppen, die in den einzelnen Perioden gelebt haben. Das einheitliche Band der phyletischen Verwandtschaft, das die ähnlichen und doch verschiedenen Gestalten jedes Stammes miteinander verknüpft, kann nur durch die Deszendenz-Theorie erkannt werden. Leider wird das Studium der Petrefakten, das ursprünglich ganz den Geologen überlassen war, auch heute

noch von den meisten Zoologen und Botanikern sehr vernachlässigt. Daher spielt auch gegenwärtig die Paläontologie in der „Naturgeschichte“ bei weitem noch nicht die wichtige Rolle, auf welche sie als dritte große Urkunde der Phylogenie gerechten Anspruch hat.

Ihre hohe Bedeutung für die Geschichte unseres eigenen Geschlechtes wird sofort klar, wenn wir einen Blick auf die historische Reihenfolge der versteinerten Wirbeltiere in den übereinander liegenden Sedimentschichten der Erdrinde werfen. Da treten zuerst im silurischen System die ersten Urfische und Schmelzfische auf (Selachier und Ganoiden). Ihnen folgen im devonischen System die Lurchfische (Dipneusten), die Übergangsformen von den Fischen zu den Amphibien. Darauf erscheinen in der Steinkohlenperiode die ersten landbewohnenden und vierfüßigen Tiere, die ältesten Amphibien aus der Stammgruppe der Panzerlurche (Stegocephalen). In der folgenden permischen Periode begegnen wir den ersten Amniontieren, und zwar eidechsenartigen Reptilien aus der Ordnung der Tokosaurier. Aber erst im Beginne des mesozoischen Zeitalters folgen auf diese kaltblütigen niederen Wirbeltiere die warmblütigen Säugetiere; zuerst in der Trias die eierlegenden Gabeltiere (Monotremen), dann im Jura die viviparen Beuteltiere (Marsupialien), endlich in der Kreide die ältesten Zottentiere (Mallotherien). Aber der volle Reichtum der vielgestaltigen Placentalien entfaltet sich erst in der nachfolgenden Tertiärzeit; in ihren einzelnen Perioden treten nacheinander, in zunehmender Mannigfaltigkeit und Vollkommenheit, die zahlreichen Familien der Raubtiere, Nagetiere, Huftiere und Herrentiere auf, zuletzt an ihrer Spitze der Mensch.

Diese großartigen Tatsachen der Paläontologie bestätigen vollständig die phyletischen Vorstellungen, die wir uns über die Stammesgeschichte der Wirbeltiere auf Grund ihrer beiden anderen Urkunden, der vergleichenden Anatomie und Ontogenie hatten bilden können. Alle drei Urkunden vereinigt erhärten somit die Wahrheit der Deszendenz-Theorie, wie sie andererseits erst durch sie ihre Erklärung und Bedeutung erlangen. Die Harmonie dieser großen Erscheinungs-

Gruppen überzeugt uns von der vollen Geltung und weitreichenden Bedeutung unserer wahren „Naturgeschichte“.

Einer der umfassendsten Geister des klassischen Altertums, ARISTOTELES, gleich bewunderungswürdig als beobachtender und analytischer Naturforscher, wie als spekulativer und synthetischer Philosoph, wird mit Recht als „der Vater der Naturgeschichte“ gepriesen. Denn seine Werke beherrschten fast die gesamte zoologische Wissenschaft während eines Zeitraumes von mehr als zwei Jahrtausenden. Auch nachdem im Beginn der Neuzeit, im sechzehnten Jahrhundert, neue selbständige Richtungen der Naturforschung sich geltend machten, blieb jene „Alte Naturgeschichte“ im Wesentlichen noch bestehen. Erst das neunzehnte Säkulum — das wunderbare „Jahrhundert der Naturwissenschaften“ — führte mit seinen erstaunlichen Fortschritten auf allen Gebieten, mit seiner gewaltigen Vervollkommenung der Forschungs-Methoden und Hilfsmittel, jene Reform der Natur-Erkenntnis und der darauf gegründeten monistischen Weltanschauung herbei, deren wir uns heute mit Recht erfreuen dürfen. Nachdem die Abstammungslehre von LAMARCK 1809 entworfen, durch DARWIN 50 Jahre später ausgeführt und zur Geltung gebracht war, konnten wir zu jener großen einheitlichen Naturanschauung zurückkehren, für welche unser GOETHE schon zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts den Grund gelegt hatte. Unsere „Neue Naturgeschichte“, deren Ausbau und Lehre auch dieses Phyletische Museum dienen soll, führt uns in seinem Sinne hinein in das innere Heiligtum der wahren „Gottnatur“ und mit ihm sprechen wir:

„Was kann der Mensch im Leben mehr gewinnen,  
Als daß sich Gott-Natur ihm offenbare,  
Wie sie das Feste läßt zu Geist verrinnen,  
Wie sie das Geisterzeugte fest bewahre.“

---

# **Verzeichnis der Druckschriften**

von

**Ernst Haeckel**

in chronologischer Reihenfolge.

---

(Viele kleinere Aufsätze sind hier nicht aufgenommen.)

---

Wirkungskontrolle und -steuerung

### Leistung

Ergebnisse und Entwicklung

Ergebnisse und Entwicklung

1855. *Über die Eier der Scomberesoces.* J. Müllers Archiv für Anatomie und Physiologie (Berlin), S. 23, Taf. IV, V.
1856. *Zwei medicinische Abhandlungen aus Würzburg.* I. Über die Beziehungen des Typhus zur Tuberkulose. II. Fibriod des Uterus. Wiener Medicin. Wochenschr. 1856, Jahrg. VI, Nr. 1, 2, 7.
1857. *De telis quibusdam Astaci fluviatilis.* Dissertatio inauguralis historica, die VII. Mensis Martii A. 1857. Berlin, G. Schade.  
*Über die Gewebe des Flußkrebses.* J. Müllers Archiv f. Anat. u. Physiol. (Berlin.) S. 469, Taf. XVIII, XIX.
1858. *Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Plexus choroides.* Virchow's Archiv für patholog. Anatomie, Bd. XVI, S. 253, Taf. VIII. Berlin.
1859. *Über die Augen und Nerven der Seesterne.* Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. X, S. 183, Taf. XI. Leipzig.
1860. *Reiseskizzen aus Sicilen.* Zeitschr. f. allgem. Erdkunde, 1860, S. 433—468. Berlin.  
*Über neue lebende Radiolarien des Mittelmeeres.* Monatsber. d. Akad. d. Wissensch. Berlin 1860, S. 794—845.
1861. *De Rhizopodium finibus et ordinibus.* Dissertatio pro venia legendi impetranda in litterarum Universitate Jenensi. Die IV. Mensis Martii. 1861. Berlin, G. Reimer.
1862. *Die Radiolarien (Rhizopoda radiaria).* Eine Monographie. 588. S. u. 35 Tafeln Fol. Berlin, G. Reimer.
1863. *Über die Entwicklungstheorie Darwins.* Vortrag auf der Naturforscher-Versammlung in Stettin am 19. Sept. 1863. Stettin.
1864. *Beiträge zur Kenntnis der Corycaeiden (Copepoden).* Jenaer Zeitschr. f. Naturw., Bd. I, S. 61, Taf. I—III. Jena.
1865. *Über fossile Medusen.* Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. XV.  
*Die Familie der Rüsselquallen.* (Monographie der Gerynoiden.) 204 S., 6 Tafeln. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. II. Leipzig, W. Engelmann.

1866. *Generelle Morphologie der Organismen.* Bd. I: Allgemeine Anatomie. Bd. II: Allgemeine Entwicklungsgeschichte. 1200 S. Berlin, G. Reimer.
1867. *Eine zoologische Exkursion nach den Canarischen Inseln.* Jenaer Zeitschr. f. Naturw., Bd. III.
1868. *Natürliche Schöpfungsgeschichte.* Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Entwicklungslehre. (584 S., 9 Taf.) Berlin, G. Reimer. Elfte Auflage 1908, mit 30 Tafeln.  
*Über die Entstehung und den Stammbaum des Menschen-geschlechts.* Zwei Vorträge. Virchow-Holtzendorff-Sammlung.  
*Monographie der Moneren.* Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. IV.
1869. *Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren.* (Preisschrift.) 124 S., 14 Taf., 4<sup>o</sup>. Utrecht, C. van der Post.  
*Über Entwickelungsgang und Aufgabe der Zoologie.* Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. V, S. 353—370.  
*Über Arbeitsteilung in Natur und Menschenleben.* (Virchow-Holtzendorff-Sammlung Nr. 78.)  
*Über die fossilen Medusen der Jurazeit.* Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. XIX.  
*Über die Crambessiden,* eine neue Medusen-Familie aus der Rhizostomen-Gruppe. Zeitschr. f. Wissensch. Zool., Bd. XIX.
1870. *Beiträge zur Plastiden-Theorie.* Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. V, S. 492, Taf. XVII, XVIII.  
*Das Leben in den größten Meerestiefen.* (Virchow-Holtzendorff-Sammlung Nr. 110.)  
*Eine Besteigung des Pik von Teneriffa.* Zeitschr. f. allgemeine Erdkunde, Berlin.
1871. *Über die sexuelle Fortpflanzung und das natürliche System der Schwämme.* Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. VI.
1872. *Die Kalkschwämmen (Calcispongiae).* Eine Monographie. I. Bd.: Biologie (500 S.). II. Bd.: System (426 S.). III. Bd.: Atlas. 60 Tafeln. Berlin, G. Reimer.
1873. *Zur Morphologie der Infusorien.* Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. VII, S. 516, Taf. 27, 28.
1874. *Anthropogenie oder Entwickelungsgeschichte des Menschen.* (Keimes- und Stammes-Geschichte.) 750 S. 210 Textfiguren. 12 Taf. Leipzig, W. Engelmann.  
*Die Gastraea-Theorie,* die phylogenetische Klassifikation des Tierreichs und die Homologie der Keimblätter. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. VIII, S. 1—55, Taf. I.

1875. *Die Gastrula und die Eifurchung der Tiere.* Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. IX, S. 402, Taf. 19—25.  
*Ziele und Wege der heutigen Entwicklungsgeschichte.* Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. X, S. 1—100.  
*Arabische Korallen.* Ein Ausflug nach den Korallen-Bänken des Roten Meeres und ein Blick in das Leben der Korallentiere. Berlin, G. Reimer. Mit 5 Farbendruck-Tafeln 4<sup>0</sup>.  
*Brussa und der Asiatische Olymp.* Deutsche Rundschau, Oktober-Heft 1875. Berlin, G. Paetel.
1876. *Die Perigenesis der Plastidule* (oder die Wellenzeugung der Lebensteilchen). Berlin, G. Reimer.
1877. *Studien zur Gaстраea-Theorie.* (Zweites Heft der „Biologischen Studien“.) 270 S., 14 Taf. Jena.  
*Corfu.* Deutsche Rundschau, Bd. XII. Berlin, G. Paetel.  
*Die heutige Entwicklungslehre* im Verhältnisse zur Gesamtwissenschaft. Vortrag auf der Naturforscher-Versammlung in München am 17. Sept. 1877. München.
1878. *Die Individualität des Tierkörpers.* Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. XII.  
*Die Kometenform der Seesterne.* Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. XXX, Suppl.  
*Zellseelen und Seelenzellen.* Deutsche Rundschau, Bd. XVI.  
*Freie Wissenschaft und freie Lehre.* Stuttgart, E. Koch.  
*Das Protistenreich.* Das Formengebiet der niedersten Lebewesen. 104 S. Leipzig, Ernst Günther.  
*Gesammelte populäre Vorträge* aus dem Gebiete der Entwicklungslehre. 2 Bände. Bonn, Emil Strauß.
1879. *Das System der Medusen. I. Teil: Craspedoten.* 360 S., mit 20 Tafeln. 4<sup>0</sup>. Jena, G. Fischer.  
*Ursprung und Stammverwandtschaft der Ctenophoren.* Sitzungsberichte d. Jenaer Gesellsch. f. Naturw.  
*Über die Phaeodarien,* eine neue Gruppe kieselschaliger mariner Rhizopoden. Sitzungsber. d. Jenaer Gesellsch. f. Naturw.
1880. *Das System der Medusen. II. Teil: Acraspeden.* 312 S., mit 20 Tafeln. 4<sup>0</sup>. Jena, G. Fischer.
1881. *Metagenesis und Hypogenesis von Aurelia aurita.* Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte und Teratologie der Medusen. 36 S., 4<sup>0</sup>. 2 Tafeln. Jena, Gustav Fischer.  
*Die Tiefsee-Medusen der Challenger-Reise und der Organismus der Medusen.* 205 S., 4<sup>0</sup>, mit 32 Taf. Jena, G. Fischer.

1882. *Indische Reisebriefe* (Ceylon). 380 S., Berlin, G. Paetel.  
*Report on the Deep-Sea-Medusae*, dredged by H. M. „Challenger“. 300 pag., 32 Plates. 4<sup>o</sup>. London, Longmans.
- Die Naturanschauung von Darwin, Goethe und Lamarck*. Vortrag auf der Naturforscher-Versammlung in Eisenach am 18. Sept. 1882. Jena, G. Fischer.
1883. *Die Ordnungen und die Geometrie der Radiolarien*. Sitzungsbericht der Jenaer Ges. f. Naturw., S. 18, 104.  
*Der Adams-Pik auf Ceylon*. Deutsche Rundschau, Bd. XXXVII. Berlin, G. Paetel.
1884. *Ursprung und Entwicklung der tierischen Gewebe*. Ein historisch-genetischer Beitrag zur Gasträa-Theorie. 70 S. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. XVIII.
1885. *System der Acantharien* (Acanthometren und Acanthophracten). Sitzungsber. d. Jenaer Ges. f. Naturw., S. 168.
1886. *Über Tiefsee-Boden*. Sitzungsber. d. Jenaer Ges. f. Naturw., S. 139.
1887. *Report on the Radiolaria collected by H. M. S. „Challenger“*. 3 Voll., 2000 p. and 140 Pl. 4<sup>o</sup>. London, Longmans.  
*Grundriß einer allgemeinen Naturgeschichte der Radiolarien* (II. Teil der Monographie). 248 S. und 64 Tafeln. Berlin, G. Reimer.
1888. *Report on the Siphonophorae collected by H. M. S. „Challenger“*. 380 p. and 50 Plat. 4<sup>o</sup>. London, Longmans.  
*System der Siphonophoren* auf phylogenetischer Grundlage. Jenaer Zeitschr. f. Naturw., Bd. XXII.  
*Die Acantharien* (III. Teil der Monographie der Radiolarien). Mit 12 Tafeln. Berlin, G. Reimer.  
*Die Phaeodarien* (IV. Teil der Monographie der Radiolarien). Mit 30 Tafeln. Berlin, G. Reimer.
1889. *Report on the Deep-Sea-Keratosa, collected by H. M. S. „Challenger“*. 92 p. with 8 Plates. London, Longmans.
1890. *Plankton-Studien*. Vergleichende Studien über die Bedeutung und Zusammensetzung der pelagischen Fauna und Flora. 112 S. Jena, G. Fischer.  
*Algerische Erinnerungen*. 50 S. Deutsche Rundschau, Bd. LXV.
1891. *Anthropogenie*. Vierte umgearbeitete Auflage in zwei Teilen. 906 S. 20 Tafeln. 440 Fig. Leipzig, W. Engelmann.
1892. *Der Monismus als Band zwischen Religion und Wissenschaft*. Glaubensbekenntnis eines Naturforschers, vorgetragen in Altenburg am 8. Oktober 1892. 12. Aufl. 1908. Bonn, Emil Strauß.

1893. *Zur Phylogenie der Australischen Fauna.* Systematische Einleitung zu Richard Semons Forschungsreisen in Australien. Jena, G. Fischer.
- Indische Reisebriefe* (Ceylon). Dritte vermehrte Auflage, mit 20 Illustrationen (415 S.). Berlin, G. Paetel.
- Die Urbewohner von Ceylon.* Deutsche Rundschau, Bd. LXXVI. Berlin, G. Paetel.
1894. *Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen.* 400 S. Berlin, G. Reimer.
1895. *Systematische Phylogenie der Wirbeltiere (Vertebrata).* 660 S. Berlin, G. Reimer.
1896. *Systematische Phylogenie der wirbellosen Tiere (Invertebrata).* 720 S. Berlin, G. Reimer.
- Die Amphorideen und Cystoideen.* Beiträge zur Morphologie und Phylogenie der Echinodermen. 180 S. und 5 Tafeln 4°. Leipzig, W. Engelmann.
1897. *Fritz Müller-Desterro.* Ein Nachruf. Jenaer Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXXI.
- Marcello Malpighi.* Naturalista Filosofo. Milano, Vallardi.
- Aufsteigende und absteigende Zoologie.* Jenaer Zeitschr. f. Naturw., Bd. 30.
1898. *Natürliche Schöpfungsgeschichte.* Neunte umgearbeitete Auflage. Mit 30 Tafeln. Berlin, G. Reimer.
- Über unsere gegenwärtige Kenntnis vom Ursprung des Menschen.* Vortrag auf dem Internationalen Zoologen-Kongreß im Cambridge am 26. August 1898. 11. Auflage 1908. Stuttgart, Alfred Kröner.
1899. *Die Welträtsel.* Gemeinverständliche Studien über Monistische Philosophie. Bonn, Emil Strauß. (10. Aufl. 1908, Alfred Kröner.)
1900. *Kunstformen der Natur.* 10 Hefte zu je 10 Tafeln, Quart, zum großen Teil in Farbendruck, mit 100 erklärenden Textblättern (1899—1903). Leipzig, Bibliographisches Institut.
1901. *Aus Insulinde.* Malayische Reisebriefe. Mit 80 Abbild. Leipzig, Alfred Kröner.
1902. *Gemeinverständliche Vorträge und Abhandlungen aus dem Gebiete der Entwickelungslehre.* 2 Bde. 430 und 400 S. Bonn, Emil Strauß.
1903. *Anthropogenie.* Fünfte umgearbeitete Auflage. Mit 30 Tafeln, 500 Holzschnitten und 60 genetischen Tabellen. Leipzig, W. Engelmann.

1903. *Die Welträtsel* (Volksausgabe, 80. Tausend). Bonn, Emil Strauß.
1904. *Die Lebenswunder*. Gemeinverständliche Studien über biologische Philosophie. 560 S. Leipzig, Alfred Kröner.
- Der Monistenbund*. 30 Thesen zur Organisation des Monismus. Frankfurt a. M., Neuer Frankfurter Verlag.
1905. *Der Kampf um den Entwicklungsgedanken*. Drei Vorträge, gehalten in Berlin am 14., 16. und 19. April 1905. Berlin, G. Reimer.
- Wanderbilder*. Die Naturwunder der Tropenwelt, 40 Tafeln in Farbendruck (nach Original-Aquarellen aus Ceylon und Insulinde). Gera, W. Köhler.
1906. *Prinzipien der Generellen Morphologie der Organismen*. Wörtlicher Abdruck eines Teiles der 1866 erschienenen „Generellen Morphologie“. 460 S. Berlin, G. Reimer.
- Monismus und Naturgesetz*. Erstes Heft der „Flugschriften des Deutschen Monistenbundes“. Brackwede, Breitenbach.
- Die Lebenswunder*. Volksausgabe, 30. Tausend. Leipzig, Alfred Kröner.
1907. *Das Menschenproblem und die Herrentiere von Linné*. Vortrag, gehalten am 17. Juni 1907 im Volkshause zu Jena. Frankfurt a. M., Neuer Frankfurter Verlag.
- Monismus und Papismus*. Blätter des Deutschen Monistenbundes, Nr. 7. Brackwede, Breitenbach.
1908. *Unsere Ahnenreihe. (Progonotaxis Hominis.)* Kritische Studien über Phyletische Anthropologie. Festschrift zur 350jährigen Jubelfeier der Thüringer Universität Jena, am 30. Juli 1908. Mit 6 Tafeln. Jena, G. Fischer.
- Natürliche Schöpfungsgeschichte*. Elfte Auflage, mit 30 Tafeln. Berlin, G. Reimer.
- Die Welträtsel*. Neue Volksausgabe, mit Nachträgen zur Begründung der monistischen Weltanschauung (240. Tausend). Leipzig, Alfred Kröner.



Druck von Anton Kämpfe, Jena.

# GNU Free Documentation License

Version 1.2, November 2002

Copyright (C) 2000,2001,2002 Free Software Foundation, Inc.

51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies  
of this license document, but changing it is not allowed.

## 0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

## 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject

(or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose

title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

## 2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

## 3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent

copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

#### 4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- H. Include an unaltered copy of this License.
- I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.

J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.

K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.

L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.

M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.

N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.

O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice.

These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties--for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

## 5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the

Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

## 6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

## 7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

## 8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

## 9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

## 10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright (c) YEAR YOUR NAME.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with...Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.