

Ueber Arbeitstheilung in Natur- und Menschenleben

Vortrag, gehalten im Saale des Berliner
Handwerker-Vereins am 17. Dezember 1868.

Ernst Haeckel

1869

C. G. L.

Verhandlung. A. Charisius.



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".

Das Original des Buches wurde freundlicherweise von der Universitäts- und Stadtbibliothek Köln zur Verfügung gestellt. Einscannen und Bearbeitung der Seiten erfolgte von Kurt Stüber, Oktober 2002.

This book has been created using the program `make_book.pl`, version: 4.0, Date: 2008-Jun-23

Index: lateinischen zoologischen Namen

Anthemodes canariensis --> Seite 0 17 18 19 22

Aurelia aurita --> Seite 14 15



Ueber

Arbeitsheilung

in

Natur- und Menschenleben.

Vortrag, gehalten im Saale des Berliner Handwerker-Vereins
am 17. Dezember 1868

von


Dr. Ernst Haeckel,

Professor in Jena.

Mit einem Titelfupfer und 18 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Berlin, 1869.

**C. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.
A. Charisius.**

Arbeitstheilung zum Gegenstande eines naturwissenschaftlichen Vortrages zu wählen, dürfte vielleicht Vielen seltsam, oder wohl auch insofern überflüssig erscheinen, als fast Jeder mit dem Wesen und den Wirkungen dieses wichtigen Verhältnisses schon aus der Erfahrung des alltäglichen Lebens hinreichend bekannt zu sein glauben wird. Braucht man ja nur den Blick auf irgend einen Verband von menschlichen Individuen in unseren Culturstaaten zu werfen, um überall die Arbeitstheilung, die verschiedenartige Thätigkeit der zu gemeinsamem Zweck verbundenen Individuen, als einen der mächtigsten Culturhebel zu erkennen. Ist sie doch die unerläßliche Grundlage, auf welcher die Existenz und Wirksamkeit des ganzen Verbandes beruht.

In jeder Werkstätte, in jeder Fabrik, auf jedem Landgut ist die zweckmäßige Vertheilung der verschiedenen Aufgaben an die verschiedenen Arbeiter die erste Vorbedingung für eine gedeihliche Blüthe. Ja für die ganze Entwicklung des menschlichen Culturlebens ist sogar die Arbeitstheilung von solcher fundamentalen Bedeutung, daß man geradezu den Grad der letzteren als Maßstab für die Ausbildungsstufe des ersteren benutzen könnte. Den wilden Naturvölkern, die bis auf den heutigen Tag auf der tiefsten Stufe stehen geblieben sind, fehlt mit der Cultur auch die Arbeits-

theilung, oder sie beschränkt sich, wie bei den meisten Thieren, auf die verschiedenartige Beschäftigung der beiden Geschlechter. Andererseits können wir eine Hauptursache der riesigen Fortschritte, welche das Culturleben in den letzten fünfzig Jahren gemacht hat, geradezu in dem außerordentlich hohen Grade unserer modernen Arbeitstheilung, namentlich auf dem Gebiete der Naturwissenschaften und ihrer praktischen Verwerthung, finden. Die moderne Wissenschaft mit ihren Mikroskopen und Instrumenten, der moderne Verkehr mit seinen Eisenbahnen und Telegraphen, der moderne Krieg mit seinen Zündnadeln und Sprenggeschossen — sie sind alle nur möglich durch die unendlich weit gehende Arbeitstheilung unserer Zeit; sie sind nur dadurch möglich, daß jedes Instrument, jede Maschine, jede Waffe, hunderte von Menschenhänden in verschiedener Weise in Bewegung setzt. Wie viele neue Arbeitsformen und Handwerkszeuge sind dadurch in der neuesten Zeit entstanden, und wie umbildend haben diese sowohl auf die Producte der modernen Arbeit, als auch auf den Charakter der Arbeiter und Handwerker eingewirkt!

Neben diesen allgemein bekannten Verhältnissen der Arbeitstheilung giebt es nun aber in der Natur sowohl als im Menschenleben eine Reihe von besonderen Formen derselben, welche nicht minder bedeutend sind, und dennoch gewöhnlich ganz übersehen werden. Ja, so seltsam es auch klingen mag, die allerwichtigsten und weitreichendsten Erscheinungen der Arbeitstheilung sind selbst jetzt noch den meisten Menschen ganz unbekannt, und zum Theil erst in den letzten Jahrzehnten durch die Bemühungen der Naturforscher entdeckt worden. Dahin gehören namentlich jene Formen der Arbeitstheilung, welche die Naturforscher als Sonderung oder Differenzirung, als Specification oder Specialisation, als Polymorphismus der Individuen und als Divergenz des Charakters bezeichnen.¹⁾ Gerade für einige von diesen wenig

bekannten Erscheinungen, deren Kenntniß doch für das Verständniß des menschlichen Lebens von der höchsten Bedeutung ist, wünschte ich durch diesen Vortrag die wohlverdiente allgemeinere Theilnahme zu erwecken.

Am zweckmäßigsten erscheint es hierbei, von denjenigen Verhältnissen im Thierleben auszugehen, welche der bekannten Arbeitstheilung im Menschenleben am nächsten stehen. Denn hier, wie in so vielen anderen Fällen, erkennt der unbefangene Blick des Naturforschers, daß die menschlichen Lebensverhältnisse im Thierleben wiederkehren, und daß die einfacheren Formen des letzteren zu dem wahren Verständniß für die verwickelteren Formen des ersteren führen. Freilich ist leider auch jetzt noch jenes Vorurtheil weitverbreitet, welches in den Erscheinungen des menschlichen Lebens etwas ganz Besonderes, außerhalb der Natur Stehendes erblickt, und welches jeder Vergleichung mit den verwandten thierischen Erscheinungen den Blick verschließt. Indes die mächtig fortschreitende Erkenntniß von dem einheitlichen Grunde aller Erscheinungen, mit Inbegriff der menschlichen, reißt täglich mehr jene künstlichen Schranken nieder, und läßt den unbefangenen vergleichenden Beobachter klar erkennen, daß der Mensch zwar ein höchst bevorzugter und höchst entwickelter Organismus ist, aber doch nur ein Organismus, welcher Bau und Zusammensetzung, Lebensthätigkeit und Ursprung mit allen übrigen Organismen theilt. Dieselben ewigen und unabänderlichen Naturgesetze, welche im Leben der Pflanzen und Thiere walten, beherrschen auch das gesammte Menschenleben in fortschreitendem Entwicklungsgang.

„Nach ewigen, eh'rnen
 „Großen Gesetzen
 „Müssen wir Alle
 „Unsres Dasein's
 „Kreise vollenden!“

Gerade die Erscheinung der Arbeitstheilung ist vorzüglich

geeignet, diese Anschauung zu bekräftigen. Denn wie beim Menschen, so ist auch beim Thiere der höhere Grad der Vollkommenheit wesentlich von dem höheren Grade der Arbeitstheilung abhängig. Es giebt sehr viele Thierarten, bei denen sich die Arbeitstheilung der gesellig verbundenen Individuen wie bei den rohesten Naturvölkern, auf ihre einfachste sociale Form, auf die verschiedene Beschäftigung und Ausbildung der beiden Geschlechter, die Ehe beschränkt.²⁾ Es giebt aber auch manche Thierarten, bei denen die Arbeitstheilung der zu Gesellschaften verbundenen Individuen viel weiter geht, und sogar zur Organisation jener höheren socialen Verbände führt, die wir mit dem Namen der Staaten bezeichnen.³⁾

Der bekannteste von diesen Thierstaaten ist der monarchische Bienenstaat. An der Spitze desselben steht eine Königin, welche im eigentlichsten Sinne des Wortes die Mutter des ganzen Volkes ist. Dieses besteht aus 15,000—20,000 Arbeitern und aus 600—800 Drohnen oder männlichen Bienen. Den fleißigen Arbeiterbienen fällt alle Last und Mühe des Stockes zu: das Sammeln des Blumenstaubes, die Bereitung von Honig und Wachs, der Bau der Waben, die Pflege der Jungen u. s. w. Die faulen Drohnen, welche den Hofstaat der Königin bilden, leben gleich dieser bloß vom Genuß und ihre einzige Aufgabe ist die Erhaltung der Art.

Die Oekonomie und die merkwürdigen socialen Verhältnisse des Bienenstaats sind so allgemein bekannt, daß wir hier mit ihrer Betrachtung keine Zeit verlieren wollen. Weniger bekannt, aber noch interessanter, sind die Thierstaaten vieler anderer Insectenarten, vor Allen der Ameisen, und der Termiten oder sogenannten „weißen Ameisen“. Auch bei diesen Insecten finden wir in einem und demselben Staate wenigstens drei, nicht selten aber auch vier und selbst fünf verschiedene Formen von Indivi-

duen vor, welche durch regelmäßige Arbeitstheilung entstanden sind. Die drei stets im Ameisenstaat vorhandenen Stände sind 1) die geflügelten Männchen, 2) die geflügelten Weibchen und 3) die flügellosen Arbeiter, von denen die letzteren an Zahl bei weitem die beiden ersteren übertreffen. Wenn vier Stände ausgebildet sind, so scheiden sich die flügellosen Arbeiter wieder in zwei Gesellschaftsklassen, in eigentliche Arbeiter und in Soldaten, beide von sehr verschiedener Körperbildung.

Wie bei den Bienen, so fällt auch bei den Ameisen und Termiten die ganze Last und Mühe des Lebens auf die unermüdlichen Arbeiter. Die drei andern Stände leben größtentheils dem Genuße. Die geflügelten Männchen und Weibchen, welche bloß die Art zu erhalten haben, amüsiren sich bei schönem Wetter durch Spazierausflüge und Tanzgesellschaften in der sonnigen Luft. Die Soldaten, welche den Staat zu vertheidigen haben, können an jenen Vergnügungen allerdings keinen Theil nehmen, da sie gleich den Arbeitern flügellos sind. Desto mehr lassen sie sich die leckere Kost schmecken, mit welcher der Ameisenstaat fortwährend im Ueberfluß durch die Arbeiter versorgt wird.

Die Nahrung der Ameisen besteht bekanntlich aus allen möglichen thierischen und pflanzlichen Stoffen. Die Lieblings Speisen aber sind süße Säfte, und unter diesen steht als auserlesenes Nationalgericht an der Spitze ein honigähnlicher Saft, welchen die Blattläuse bereiten. Diese kleinen Insecten haben auf dem Rücken zwei Röhren, aus denen jene feinste Delikatesse der Ameisen abfließt. Die letzteren saugen den süßen Blattlaus-honig aus jenen Röhren ebenso, wie wir die Milch von den Kühen melken. Durch Streicheln mit den Fühlhörnern bestimmen sie die Blattläuse, ihren Honig abfließen zu lassen. Der eifrigste Landwirth kann daher nicht mehr auf die Pflege und Züchtung seiner Kühe bedacht sein, als die Ameisen auf diejenige ihres Melk-

viehes. Wenn auf dem von Blattläusen bevölkerten Strauche ein Ast weß wird, so tragen die Ameisen sorgfältig die darauf sitzenden Blattläuse auf einen frisch grünen Ast hinüber. Nach dem Strauche hin bauen sie von ihrem Stocke aus kunstvolle bedeckte Gänge. Ja, sie versetzen selbst solche Blattläuse, die auf Wurzelstöcken hausen, sammt diesen in ihre Nester und räumen ihnen dort besondere Ställe ein, um jederzeit das kostbare Melkvieh zur Hand zu haben.

Während so ein Theil der Arbeiter im Ameisenstaate Viehzucht treibt oder den Stock mit anderen Vorräthen verproviantirt, ist ein anderer Theil mit der Erhaltung, Säuberung und Erweiterung der ungeheuren Wohnung beschäftigt, in welcher das ganze Volk des Ameisenstaates beisammen haust. Was sind unsere größten Paläste, Kasernen, Klöster und Gasthöfe gegenüber diesen Bauten, in denen viele Tausende von Individuen friedlich beisammen wohnen? Außerlich freilich sehen die Häuser der meisten Ameisenarten roh und unförmlich genug aus. Aber im Innern bergen sie ein Labyrinth von vielen hundert gewundenen Gängen, Korridoren und Treppen, welche Tausende von Kammern und Zimmern in bequeme Verbindung mit einander setzen. Viele von diesen sind Kinderstuben, in denen die junge Brut erzogen wird.

Die Pflege dieser jungen Brut, insbesondere der verpuppten Larven, welche unter dem falschen Namen der Ameiseneier allbekannt sind, fällt einem andern Theile der Arbeiter anheim. Diese Kindermägde, von der zärtlichsten Liebe für ihre Pfleglinge erfüllt, schleppen dieselben bei schönem sonnigen Wetter hinaus an die frische Luft; sobald es aber Abends kühl wird, bringen sie sie wieder in das warme Innere des Stockes zurück. Die Soldaten, obwohl größer und stärker, nehmen an allen diesen schweren Arbeiten keinen Antheil.⁴⁾

Es giebt übrigens auch Ameisenarten, bei denen sämtliche Arbeiter zu Soldaten geworden sind und welche demgemäß das menschliche Cultur-Ideal der neuesten Zeit, den modernen Militärstaat, bereits verwirklicht haben. Diese Soldatenstaaten sind dann gezwungen, entweder die häuslichen Arbeiten durch Sklaven besorgen zu lassen, oder nur von Raub und Plünderung zu leben. Das letztere thun z. B. die berühmten südamerikanischen Raubameisen aus der Gattung *Eciton*. Auch hier begegnen wir bei jeder Art wieder vier verschiedenen Formen, den geflügelten Männchen und Weibchen, und zweierlei flügellosen Arbeitern von sehr verschiedener Form und Größe. Die kleineren Arbeiter, welche die Hauptmasse des ganzen *Eciton*-Staates bilden, dienen sämtlich als gemeine Soldaten. Die größeren Arbeiter dagegen, welche sich vorzüglich durch einen sehr großen Kopf und ungeheure Fresswerkzeuge auszeichnen, befehligen die Armee als Officiere. Gewöhnlich kommt ein Officier auf eine Compagnie von etwa dreißig Mann. Auf dem Marsche sind die Officiere zu beiden Seiten der langen Heersäule vertheilt, und klettern oft auf erhöhte Standpunkte, um von da aus den Zug der Truppen zu überwachen und zu leiten. Die Befehle und Anordnungen, sowie überhaupt alle geistigen Mittheilungen, geschehen bei diesen, wie bei den andern Ameisen, so viel wir wissen, nicht durch Tonsprache, sondern durch Gebärden- und Tastsprache. Insbesondere dienen die Fühlhörner theils durch winkende Bewegungen als Telegraphen zum Zeichengeben in die Ferne, theils durch unmittelbare Berührung zur Mittheilung von Wünschen, Empfindungen und Gedanken an die Umstehenden.

Die Wanderheere dieser Raubameisen verheeren gleich den Vandalen und Hunnen zur Zeit der Völkerwanderung alle Gegenden, die sie durchziehen, und werden von den brasilischen Indianern mit Recht außerordentlich gefürchtet. Alles Lebendige,

was ihnen in den Weg kommt, wird ohne Rücksicht und Erbarmen angegriffen und getödtet. Spinnen und Insecten aller Ordnungen, besonders Larven und Puppen, aber auch selbst Nestvögel und kleine Säugethiere, unterliegen ihrem Angriff. Der Mensch, der zu seinem Unglück in ein solches Nomadenheer hineingeräth, wird augenblicklich von dichten schwarzen Schaaren umringt, die mit unglaublicher Wuth und Schnelligkeit zu Tausenden an den Beinen hinauf laufen und mit ihren scharfen Kiefern sich in das Fleisch einbeißen. Die einzige Rettung ist dann, so rasch als möglich an das hintere Ende des Heerzuges zu laufen und wenigstens den Hinterleib der eingebissenen Kämpfer abzureißen; Kopf und Kiefer bleiben meistens in der Wunde stecken und verursachen oft böse Geschwüre.

So furchtbar und blutdürstig diese Nomadenhorden auf ihren Kriegszügen sind, so unterhaltend und lustig erscheinen sie im Bivouak, wenn sie gesättigt und in guter Laune an sonnigen Waldplätzen sich der Ruhe und Erholung hingeben. Zuerst putzen sie sich die Fühlhörner mit den Vorderbeinen. Die Hinterbeine lecken sie sich gegenseitig ab. Dabei treiben sie allerlei Muthwillen und Kurzweil; auch kommt es oft zu Raufereien zwischen den allzulustigen Soldaten.

Weit merkwürdiger noch als die Militärstaaten der brasiliatischen Eciton, sind die Sklavenstaaten, oder die sogenannten „Amazonenstaaten“, welche mehrere von unseren einheimischen Ameisenarten bilden, insbesondere die blutrothe und die blonde Ameise (*Formica rufa* und *F. rufescens*). Bei diesen Ameisen finden wir nur drei Stände, neben den geflügelten Männchen und Weibchen nur einen Stand flügelloser Arbeiter. Diese arbeiten aber nicht selbst, sondern rauben aus den Stöcken anderer (meist kleinerer, schwarzer) Ameisenarten die Puppen, welche sie groß ziehen, und welche als Sklaven alle Arbeit des fremden

Stocdes verrichten müssen. Gewöhnlich wird der Sklavenraub von diesen Amazonen=Ameisen in der Weise ausgeführt, daß die gesammte Streitmacht der Schwarzen durch die Hauptmasse der Blonden zum freien Kampf auf offenem Felde hervorgelockt wird, und daß inzwischen eine kleine Schaar von den blonden Räubern in den schwarzen Staat einfällt und die Puppen aus dem von Vertheidigern entblößten Stocde wegschleppt. Die Beobachtung des erbitterten Kampfes selbst ist höchst interessant; die Verwundeten und selbst die Leichen der getödteten Kämpfer werden von ihren Freunden, wie weiland im trojanischen Kriege, aus dem blutigen Getümmel weggeschleppt und hinter der Kampflinie in Sicherheit gebracht. Das Merkwürdigste aber ist, daß die aus den geraubten Puppen aufgezogenen schwarzen Sklaven nicht allein alle Arbeit des Stocdes, Baudienste, Futtersammeln, Pflege und Erziehung der Kinder ihrer Herren übernehmen, sondern sogar später sie auf ihren Raubzügen unterstützen und die geraubte Jugend ihres eigenen Stammes zu den Sklavendiensten abrichten.⁵⁾

So finden wir hier in den Amazonenstaaten der deutschen Ameisen dasselbe Verhältniß der Sklaverei, welches in den menschlichen Staaten Nordamerikas erst durch den letzten Krieg sein Ende gefunden hat. Man pflegt gewöhnlich diese und ähnliche Einrichtungen im Thierleben, welche den Menschen durch ihre unleugbare Uebereinstimmung mit seinen eigenen Institutionen in Erstaunen versetzen, als Ausflüsse des sogenannten „Instinkts“ zu bezeichnen, und glaubt dieselben dadurch erklärt zu haben. Wenige Worte haben zu so unklarer und verkehrter Auffassung eines großen Gebietes wichtiger Erscheinungen geführt, wie dieses Wort: „Instinkt“! Man denkt sich dabei meistens, daß einer jeden Thierart beim Schöpfungsakt eine gewisse Summe von Trieben und Fähigkeiten, und dazu noch eine besondere Lebensregel (gewissermaßen eine Dienstinstruction) vom Schöpfer mit

auf die Welt gegeben wurde, nach welcher dieselbe nun ausnahmslos und unabänderlich leben müsse. Nichts ist irrthümlicher und dem wahren Naturverhältniß widersprechender, als diese weitverbreitete Vorstellung. So wenig die einzelnen Thierarten als solche erschaffen worden sind, so wenig sind ihnen auch ihre besonderen Instinkte, die geistigen Eigenthümlichkeiten der Species, anerschaffen worden. Vielmehr haben sich dieselben durch Arbeitstheilung des centralen Nervensystems bei den verschiedenen Thierarten, im Zusammenhang mit ihrer gesammten Organisation, aus gemeinsamer Grundlage entwickelt.⁶⁾ Mit Recht sagt ein ausgezeichnete Naturforscher, daß Derjenige, der eine Grenzlinie zwischen Instinkt und Verstand oder Vernunft ziehen will, sich dadurch allein schon das beste Zeugniß ausstellt, daß er niemals sorgfältig mit prüfendem und unbefangenen Blicke das Leben und Treiben der Thiere, und namentlich der Insecten beobachtet habe.

Wenn man die angeführte staatliche Organisation bei den Ameisen und Bienen, wenn man überhaupt alle die verschiedenen Verhältnisse in der Oekonomie und Lebensweise der Thiere, und vor allem ihre Arbeitstheilung, als Ausfluß von „blinden Instinkten“ betrachten will, so muß man es mit gleichem Rechte als „blinden Instinkt“ bezeichnen, wenn die Eskimos ihr Zelt aus Rennthierfellen, die nordamerikanischen Indianer aus Büffelhäuten, die brasilianischen Rothhäute dagegen aus Palmenzweigen und Bananenblättern bauen. Man muß es ebenso blinden Instinkt nennen, daß viele Südsee-Inulaner fast bloß von Fischen leben, daß die Chinesen fast bloß Reis, und die Gauchos in den südamerikanischen Pampas fast bloß Fleisch essen. Man muß es ebenso als blinden Instinkt bezeichnen, wenn die Völker Europa's, mit einer einzigen Ausnahme, die monarchische Staatsform beibehalten, gleich den Bienen; und wenn andererseits die Völker

Amerikas, wieder mit einer einzigen Ausnahme, die republikanische Staatsform vorziehen, gleich den Ameisen.

Das wahre Sachverhältniß ist hier, wie überall, daß die Gewohnheit und überhaupt die Anpassung an die umgebenden Lebensbedingungen die Lebensweise und die socialen Einrichtungen des Menschen ganz ebenso wie des Thieres bestimmt, und daß diese Lebensweise, durch lange Uebung und Gewöhnung befestigt, endlich zur anderen Natur wird. Sie wurzelt als solche in der Art um so fester, je größer die Zahl der Generationen ist, durch welche sie bereits vererbt wurde. Anpassung und Vererbung in ihrer beständigen gegenseitigen Wechselwirkung, d. h. die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein, sind die ewigen Bildungstriebe oder Gestaltungskräfte, welche alle die unendliche Mannichfaltigkeit in der thierischen Organisation und Lebensweise, und somit auch im Seelenleben der Thiere, im sogenannten Instinkt, nach mechanischen Gesetzen hervorbringen.⁷⁾

Jeder mit den Entwicklungsgesetzen der Thiere vertraute Naturforscher ist überzeugt, daß alle jene verschiedenen Ameisen-Arten mit ihrer verschiedenartigen Arbeitstheilung von längst ausgestorbenen gemeinsamen Voreltern abstammen, die diese Arbeitstheilung nicht besaßen. Diese rohen Ur-Ameisen, welche vor vielen Jahrtausenden, vielleicht schon während der Kreidezeit, lebten, hatten von der vorgeschrittenen Arbeitstheilung der verschiedenen modernen Ameisenstaaten so wenig eine Ahnung, als unsere altdeutschen Vorfahren aus der Steinzeit von der hohen Cultur des neunzehnten Jahrhunderts. Diese wie jene haben sich langsam und allmählig auf der mühevollen Bahn fortschreitender Entwicklung emporgearbeitet. Selbst jetzt noch giebt es einzelne Ameisenarten, welche jene hoch entwickelte Arbeitstheilung der civilisirten Ameisenstaaten nicht kennen, und welche sich zu diesen

ganz ähnlich verhalten, wie die rohen Naturvölker Australiens und Afrika's zu den civilisirten Culturvölkern der Gegenwart.

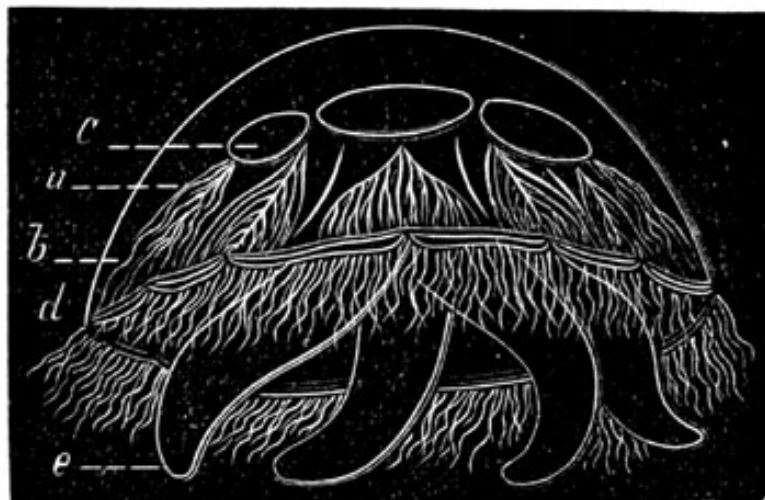
Wenn wir einen Rückblick auf die geistige Entwicklungsgeschichte der Menschheit werfen, von jener altersgrauen Vorzeit an, in welcher die Vorfahren der heutigen Culturvölker noch nicht die thierische Bildungsstufe der rohesten Wilden, der Australneger, Papuas, Buschmänner u. s. w. überschritten hatten; wenn wir sehen, wie langsam und allmählig das Menschengeschlecht seinen eigentlich menschlichen Charakter im Kampf um's Dasein erobert hat, so erkennen wir deutlich, daß das Seelenleben der Menschen sich aus denselben rohen Grundlagen, wie das der Thiere entwickelt hat, und daß der sogenannte „Instinkt“ der Thiere sich von der „Vernunft“ des Menschen nur quantitativ, nicht qualitativ, nur dem Maasse, nicht der Art nach unterscheidet. Das gilt ebenso von den Seelenbewegungen des Empfindens und Wollens, wie von denjenigen des Denkens, des Urtheilens und Schließens. Daß aber auch im Besonderen die angeführten Erscheinungen der Arbeitstheilung ebenso im Menschenleben wie im Thierleben in Folge gleichartiger Anpassungs-Bedingungen sich gleichartig entwickelt haben, das wird Jedem noch klarer werden, wenn er die jetzt noch zu erörternden Erscheinungen der Arbeitstheilung vergleichend ins Auge faßt.

Bersehen wir uns in Gedanken aus den heißen Tropenwäldern Brasiliens, in denen die Raubameisen und die Sahuben ihr buntes Wesen treiben, an die kühlen Gestade unserer norddeutschen Küsten, wo wehen ein frischer Nordwind eine Masse von sogenannten Quallen oder Seeflaggen (*Medusen* in der Sprache der Zoologen) auf den sandigen Strand getrieben hat. Wer aufmerksam am Strande unserer Ostsee oder Nordsee spazieren gegangen ist, der wird sicher jene seltsamen Gallertthiere kennen, die oft zu tausenden von den Wellen ausgeworfen werden. Wenn

man sie so in Haufen daliegen sieht, wie eine schleimige formlose Gallertmasse, hat man freilich keine Ahnung von der wunderbaren Schönheit, welche diese Medusen, im Meere schwimmend, entfalten können. Wenn man sie aber mit dem Wasser, in dem sie schweben, in ein großes Glasgefäß schöpft, wird man erstaunen über die Anmuth ihrer lebhaften Bewegungen, die Zartheit ihrer schimmernden Farben und die Zierlichkeit ihrer blumenähnlichen Gestalten.

Die gewöhnlichste von unseren größeren norddeutschen Medusen heißt *Aurelia aurita* (Fig. 1). Der gallertige, glasartig-durchsichtige Körper dieser *Aurelia* hat im Ganzen die Form einer flachen Glasglocke. In der Mitte ihrer unteren Fläche sitzt der Mund, von vier lan-

Fig. 1.



gen, sehr beweglichen Fangarmen umgeben (e). Zahlreiche feinere Fangfäden (d) hängen am Rande des glockenförmigen (a) Schirms. Der Mund führt in einen Magen, von welchem ausstrahlend zahlreiche verästelte Ernährungs-
 canäle (b) zum

Aurelia aurita, die gemeine Meduse der Ostsee.
 a Gallertglocke, b verzweigte Ernährungsgefäße an deren unterer Seite, c die vier Eierstöcke, d Fangfäden am Rande der Glocke, e die vier Mundarme.

Schirmrande verlaufen, um sich hier in einen Ringcanal zu vereinigen. Rings um den Magen liegen, im Kreuz gestellt, vier Taschen (c), in welchen sich die Eier der Medusen bilden.

Die Thierklasse, zu welcher die *Aurelia* und die verwandten Quallen gehören, führt den Namen der Hydromedusen. Zu derselben Klasse gehören auch die sogenannten Hydroid-Po-

lypen, welche aber äußerlich den frei schwimmenden Quallen höchst unähnlich sind, und festgewachsen auf dem Meeresboden oder auf Seetang aussitzen. Ein einziges kleines Thierchen dieser Gruppe lebt auch sehr verbreitet in unsern Teichen und Tümpeln, der kleine Süßwasserpolypp oder die Hydra. Man findet diese zierliche Thierchen sehr häufig an der Unterfläche der Wasserlinsen oder der Seerosenblätter angeheftet. Zusammengezogen ist es ein grünes oder orangerotes Klümpchen von der Größe eines Stecknadelknopfes, ausgedehnt aber ein zoll langer dünner Faden. Am einen Ende sitzt der Körper fest angesaugt. Am andern Ende

Fig. 2.



Der aus dem Ei der Aurelia entstandene Hydroid-Polyp (*Scyphistoma tuba*) welcher durch Knospenbildung später wiederum Aurelien erzeugt. *a* feststehender Stiel des Polypen, *b* becherförmiger Körper, welcher die Magenöhle umschließt. *c* Kranz von Fangarmen, welche den Mund umgeben.

(208)

befindet sich, umgeben von einem Kranze von vier bis acht feinen Fangarmen, der Mund, der hier in eine einfache Magenöhle führt. Unser Süßwasserpolypp pflanzt sich in der einfachsten Weise gleichartig fort, indem er entweder durch Eier oder durch Knospenbildung immer wieder seines Gleichen erzeugt. Allein im Meere leben zahlreiche Hydroid-Polypen, welche von jenem kaum zu unterscheiden sind, und dennoch in der verschiedensten und merkwürdigsten Weise sich fortpflanzen, nämlich in Zusammenhang mit den vorher geschilderten Medusen (Fig. 2).

Aus den Eiern der Medusen nämlich entstehen nicht wiederum Medusen, sondern der Hydra gleiche Polypen, und diese Hydroidpolypen erzeugen durch Knospenbildung nicht Polypen, sondern wiederum Medusen. So gleicht denn bei diesen Hydromedusen die Tochter nicht der Mutter, sondern der Großmutter. Die erste Generation ist der

dritten und fünften, die zweite Generation der vierten und sechsten gleich. Beide Generationsformen einer jeden Art sind aber so verschieden (Fig. 1 u. 2), daß man sie früher, ehe man ihren Zusammenhang ahnte, als zwei gänzlich verschiedene Thierklassen betrachtete, als Medusen und Polypen.

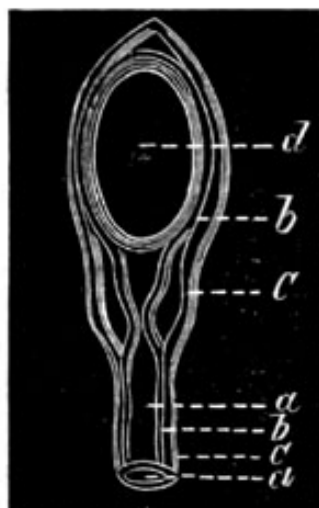
Eine ähnliche abwechselnde Reihenfolge von zwei oder selbst drei gänzlich verschiedenen Generationen ist bei den niederen Thieren weit verbreitet und unter dem Namen des Generationswechsels bekannt. Man kann aber auch diesen merkwürdigen Generationswechsel wieder als das Resultat einer Arbeitstheilung auffassen, und zwar einer Arbeitstheilung auf dem Gebiete des Entwicklungslebens.⁸⁾ Die zwei gänzlich verschiedenen Thierformen, die Medusen, aus deren Eiern die Polypen entstehen, und die Polypen, aus deren Knospen wiederum Medusen hervorgehen, sind zwei verschiedene Formen einer und derselben Art oder Species, in ähnlicher Weise durch Arbeitstheilung aus einer gemeinsamen Stammform entstanden, wie die verschiedenen Arbeiterformen im Ameisenstaate.

Das klarste Licht fällt auf den regelmäßigen Generationswechsel der Medusen und Polypen durch die höchst wunderbaren schwimmenden Hydromedusenstöcke, welche die Zoologen mit dem Namen der Siphonophoren bezeichnen, und welche zu den prachtvollsten Erscheinungen der südlichen Meere gehören. Im Mittelmeere, namentlich in der Meerenge von Messina, erscheinen dieselben zu gewissen Zeiten in dichten Schwärmen. Ihrem Gesamteindruck nach kann man sie mit einem schwimmenden Blumenstock voll prächtiger bunter Blüthen und Früchte vergleichen, dessen Theile alle aus durchsichtigem Krystallglase geschaffen zu sein scheinen, dabei aber Leben und Seele eines Thieres, willkürliche Bewegung, Empfindung und Selbstbewußtsein besitzen. Wir wollen die verwickelte Zusammensetzung eines dieser wunder-

baren Thierstöcke etwas näher ins Auge fassen! (Vergl. das Titelbild und dessen hinter dem Text folgende Erklärung).²⁾

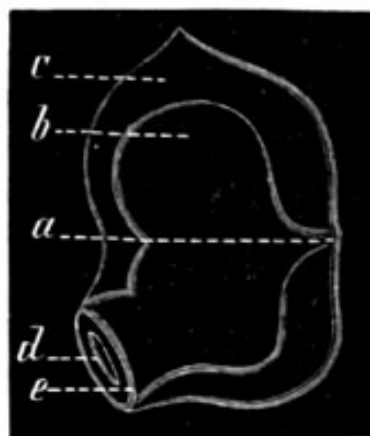
An einem sehr elastischen, oft mehrere Fuß langen Mittelstamme, der gemeinsamen Körperaxe, sitzen rings herum Hunderte und oft Tausende von Medusen und Polypen an, welche durch Arbeitstheilung eine höchst verschiedene Form und Bildung angenommen haben. Der Centralstamm selbst ist Nichts Anderes als ein sehr verlängerter einfacher Polypenleib, unten geschlossen,

Fig. 3.



Der oberste Theil des Stocæs der auf dem Titelbilde dargestellten Siphonophore (*Anthemodes canariensis*). *a* die Höhlung des Stammes, *b* die innere Haut seiner Wand (Entoderm), *c* die äußere Haut derselben (Ectoderm), *d* die in der Spitze des Stammes eingeschlossene Luftblase (Schwimmbläse).

Fig. 4.



Eine Locomotive oder ein Schwimmstück von *Anthemodes*. *a* die Ansatzstelle, an welcher die Locomotive mit dem Stamm zusammenhängt. *b* die innere Höhlung, aus welcher das Seewasser beim Schwimmen durch die Glockenöffnung (*d*) ausgestoßen wird. *c* Gallertmasse der Schwimglocke, *e* Musfclring, welcher die Glockenöffnung verengt.

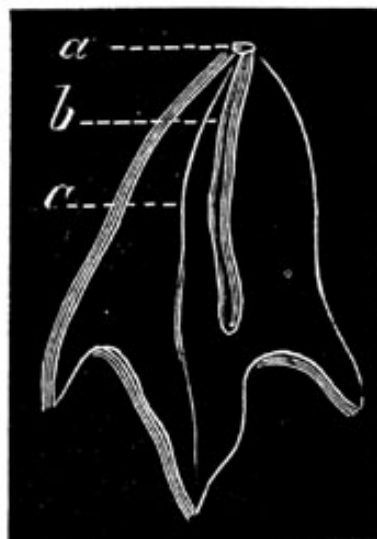
oben aber zu einer mit Luft gefüllten Schwimmbläse ausgedehnt, welche den ganzen Thierstaat an der Meeresoberfläche schwimmend erhält (Fig. 3). Unter dieser Luftblase sitzt eine doppelte Reihe von glockenförmigen Medusen, welche durch ihre der Willfür

unterworfenen gemeinsamen Schwimmbewegungen die ganze Gesellschaft im Meere umherfahren und daher den Namen der Locomotiven führen. Jede Locomotive (Fig. 4) ist eigentlich eine einfache Meduse, aber ohne Arme, ohne Ernährungs- und Fortpflanzungs-Organen. Indem sie sich ausschließlich zum Schwimmen ausbildete, verlor sie die übrigen Fähigkeiten der Medusen. Die Fortbewegung geschieht durch den Rückstoß des Seewassers, welches beim Schwimmen in regelmäßigen Pausen aus der Glockenöffnung (Fig. 4 d) ausgestoßen wird.

Unterhalb der zweizeiligen Säule von Schwimmglocken folgt nun eine buntgemischte Gesellschaft von verschiedenen Thieren, die den ganzen unteren Stammtheil bedecken. Da fällt zunächst eine dichte Masse von blattförmigen oder schuppenförmigen Stücken auf, welche wie die Schuppen eines Tannzapfens um die Are gruppiert sind, und unter deren Schutz sich bei drohender Gefahr die übrigen Individuen flüchten können. Diese sogenannten Deckblätter oder Deckstücke sind rück-

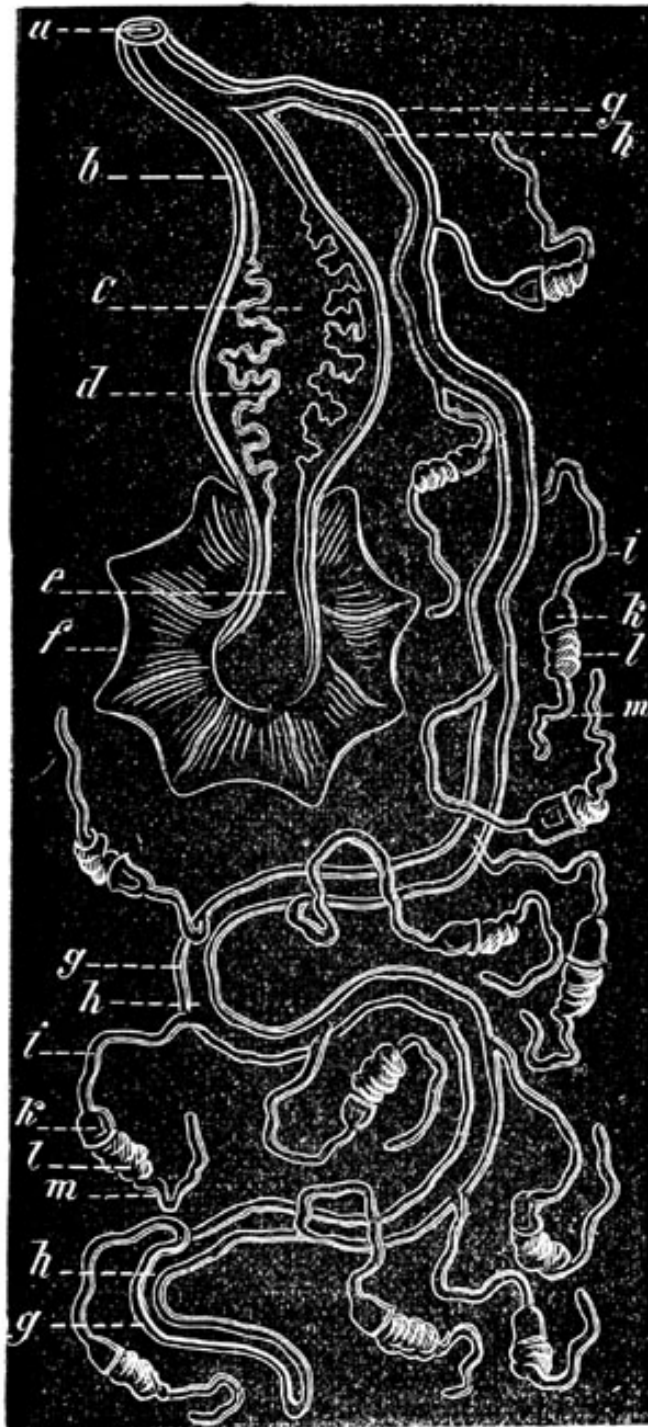
gebildete Medusen, welche ausschließlich das Geschäft von passiven Schutzorganen, von Schildträgern, übernommen haben (Fig. 5). Sie bestehen fast bloß aus knorpelähnlicher Gallertmasse, die von einem ernährenden Kanal durchzogen ist. Unter ihrem Schirme geborgen finden wir eine Anzahl von birnförmigen Körpern angeheftet, welche an ihrer freien Spitze eine gierig schnappende Mundöffnung und in ihrem

Fig. 5.



Ein dreispitziges blattförmiges Deckstück von Anthemodes. a Ansatzstelle desselben am Stamm, b Ernährungs-Canal, c erhabene Rückenfalte oder Mittelrippe des Deckstücks.

Fig. 6.



Ein Fresspolyp nebst Fangfaden, von *Anthemodes*. *a* Ansatzstelle des Polypen am Stamm, *b* Körperwand des Polypen, *c* Magenöhle desselben, *d* Leberdrüsen desselben, *e* Rüssel desselben, *f* Mundöffnung, in Gestalt einer achteckigen Scheibe verbreitert und angesaugt, *g* Wand des Fangfadens, *h* Höhlung desselben, *i* Nebenfangfäden, *k* glockenförmige Hülle der Nesselbatterie (*l*), *m* Endfaden der letzteren.

(212)

Innern Verdauungsdrüsen oder Lebern besitzen. Mit dem achteckigen Mundsaume der außerordentlich erweiterungsfähig ist, können sie sich fest ansaugen (Fig. 6 *f*). Sie haben als Fresspolypen die Aufgabe, die Nahrung für den ganzen Thierstaat aufzunehmen und zu verdauen. An der Basis jedes Fresspolypen ist ein sehr langer, äußerst beweglicher Fangfaden (Fig. 6 *h*) befestigt. Dieser ist mit zahlreichen feineren Fangfäden zweiten Ranges (*i*) besetzt, deren jeder eine höchst verwickelt construirte Batterie von sogenannten „Nesselorganen“ trägt (*l*). Die Nesselorgane, deren jede Batterie mehrere Hundert birgt, sind

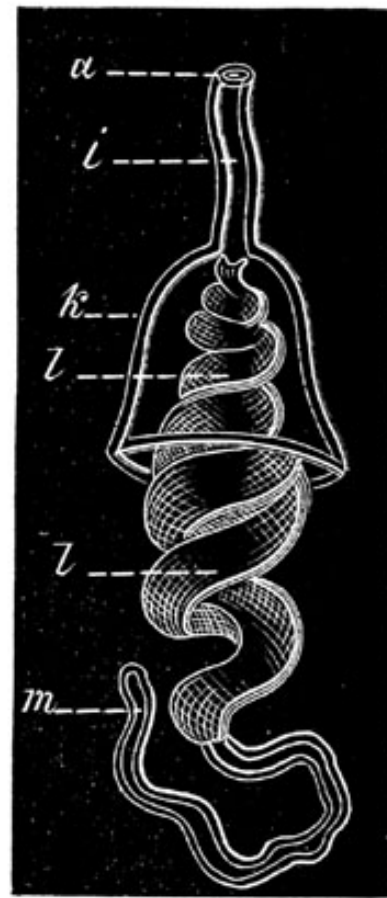
mikroskopisch feine, mit Widerhaken besetzte Giftspfeile, mit einer Giftblase in Verbindung stehend. Auf der menschlichen Haut bewirken sie ein brennendes Gefühl, wie Nesseln. Mit diesen furchtbaren

Todespfeilen bewaffnet angelt der lange Fangfaden beständig beute-lustig im Wasser umher, jeden Augenblick bereit, ein unvorsichtig sich nahendes Schlachtopfer zu umschlingen und mit Tausenden von tödtlichen Giftspfeilen zu durch-bohren. Bei der auf dem Titel-bild dargestellten Siphonophore (Anthemodes) hat die mit Nesselorganen dicht gespickte Nesselbat-terie die Form eines spiralg auf-gerollten Bandes (Fig 7 *l*), wel-ches oben von einer kleinen Glocke (Fig. 7 *k*) halb verdeckt ist, und unten in einen feinen Endfaden (*m*) ausläuft.

Zwischen diesen furchtbaren Raubthieren sitzen gewöhnlich

in größerer Zahl harmlose Polypen zerstreut, welche die In-telligenz des Siphonophorenstaates repräsentiren, und als Sinnes-organe die innere und äußere Lage desselben zu prüfen und zu beurtheilen haben. Sie empfinden, wollen und denken für die übrigen Staatsbürger, bei denen diese Geistes-thätigkeiten entweder schwächer oder gar nicht entwickelt sind. Diese Sinnespolypen oder Tastpolypen (Fig. 8 *b*) sind den Freßpolypen ähnlich, aber ohne Mundöffnung und statt des bewaffneten räuberischen Fang-

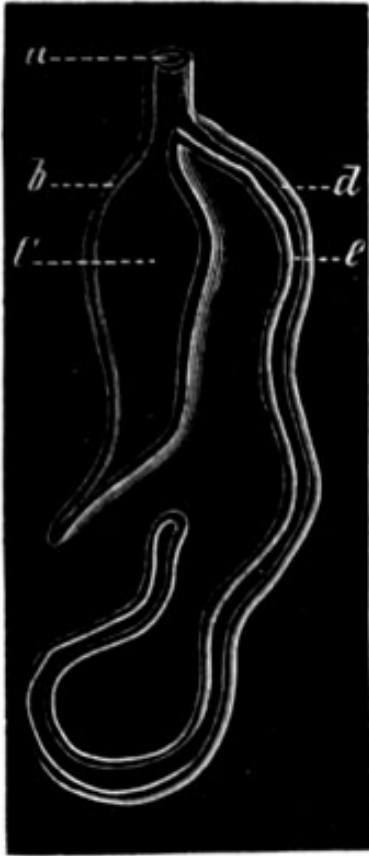
Fig. 7.



Ein Nebenfangfaden (*i*) von Fig. 6, stärker vergrößert. *a* An-jahsstelle desselben am Fangfaden. *l* Nesselbatterie, in Form eines Bandes spiralg aufgerollt, *k* glocken-förmiger Mantel ihres oberen Theils, *m* Endfaden der Nesselbatterie.

fadens, mit einem langen und feinen, durch sehr empfindliches Gefühl ausgezeichneten Tastfaden versehen (Fig. 8 c). Endlich

Fig. 8.



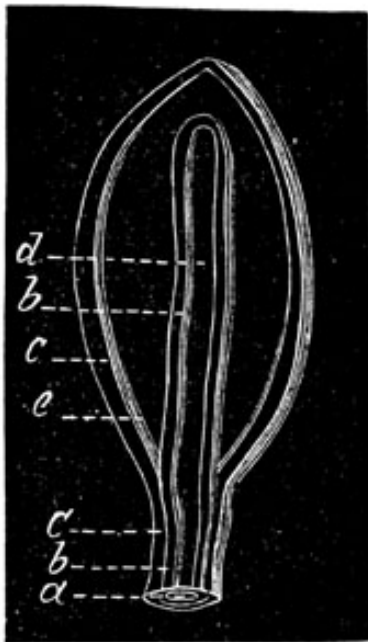
Ein Tastpolyp nebst Fühl-
faden. *a* Ansatzstelle des Tast-
polypen am Stamm, *b* Körper-
wand des Polypen, *c* innere
Leibeshöhle desselben, *d* Wand
des Tastfadens, *e* Höhlung des-
selben.

finden wir nun noch zwischen allen
diesen verschiedenen Formen von
Individuen am Stamme vertheilt,
und zwar gewöhnlich in traubenför-
migen Gruppen in der Nähe eines
Tastpolypen befestigt, die beiderlei
Geschlechtsthiere, denen die Aufgabe
der Fortpflanzung des ganzen Stockes
zufällt. Männchen und Weibchen
sind zwar in ihrer Form sehr ver-
schieden, lassen sich aber doch beide,
gleich den schwimmenden Locomoti-
ven, auf die Grundform einer glocken-
förmigen Meduse zurückführen. Die
Männchen (Fig. 9) sind gewöhnlich
mehr länglich, die Weibchen (Fig. 10)
mehr rundlich.

So verschieden nun auch alle diese
verschiedenen Individuen des Siphonophorenstaates in Form und Lei-
stung sich verhalten, so stehen den-

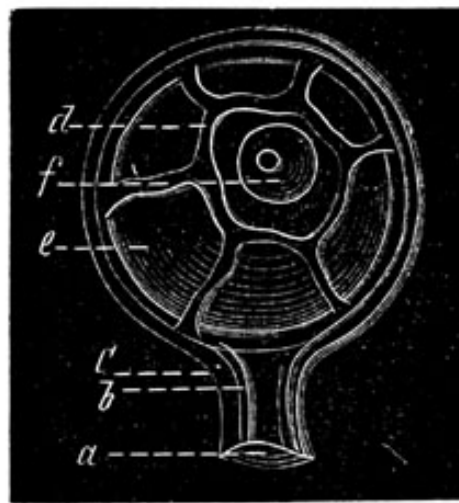
noch alle mit einander in so innigem Zusammenhang, daß
die älteren Beobachter den ganzen Stock als ein einzelnes In-
dividuum, und die eigentlichen Individuen desselben, die Me-
dusen und Polypen, als Organe auffaßten. Sämmtliche In-
dividuen sind inwendig hohl und ihre Höhlung steht in offener
Communication mit der Höhlung des centralen Stammes, des
Hauptpolypen, an welchem sie befestigt sind. Die ernährende
Flüssigkeit, welche die Freßpolypen zubereiten, wird von ihnen

Fig. 9.



Eine männliche Meduse von Anthemodes. *a* Ansatzstelle derselben am Stamm, *b* innere Haut der Körperwand (Entoderm), *c* äußere Haut derselben (Ectoderm), *d* Ernährungscanal, *e* Sperma (befruchtende Samenmasse).

Fig. 10.



Eine weibliche Meduse von Anthemodes. *a, b, c, d* wie in Fig. 9, *e* die Eizelle des einzigen kugelförmigen Eies, welches die Meduse erzeugt, *f* Keimbläschen (Zellenkern) des Eies.

an den Stammpolypen abgegeben, und von diesem, wie von einer Centralsuppenanstalt, an die übrigen Individuen des Staates vertheilt. Jeder bekommt so viel von dieser spartanischen Suppe, als sein Inneres, d. h. der Hohlraum seines Leibes verträgt. Außerdem äußert sich der enge staatliche Verband aller Individuen aber auch darin, daß ein gemeinsamer Wille den ganzen Stock beseelt. Bei gewaltfamer Verletzung eines Individuums theilt sich sein Schmerz sogleich den übrigen mit und veranlaßt den ganzen schwimmenden Thierstaat zur Zusammenziehung oder zur eiligen Flucht. Dabei geschehen die willkürlichen Bewegungen der Staatsbürger in offenbarem Einverständnis. Unbeschadet des staatlichen Gesamtwillens besitzt aber jeder entwickeltere Bürger bis zu gewissem Grade auch seinen eigenen Willen, und

(315)

kann sich, zufällig oder freiwillig von der Gemeinde abgelöst, eine Zeitlang selbstständig am Leben erhalten.

Die auffallend verschiedene Gestalt und Lebensthätigkeit der verschiedenen Siphonophoren-Individuen ist lediglich das Resultat einer auffallend weit gehenden Arbeitstheilung. Man kann alle jene verschiedenen Formen zunächst auf zwei Grundgestalten zurückführen, eine polypenförmige, gleich der Hydra gebaut, und eine medusenförmige, gleich der Aurelia gebaut. Aus der hydra-ähnlichen Polypenform sind durch Arbeitstheilung entstanden: 1) der centrale Stamm oder der Centralpolyp mit der Schwimmblase (Fig. 3); 2) die Freßpolypen nebst ihren Fangfäden (Fig. 6) und 3) die Tastpolypen nebst ihren Tastfäden (Fig. 8). Dagegen sind aus der aurelia-ähnlichen Medusenform durch Arbeitstheilung hervorgegangen: 1) die Schwimmglocken oder Locomotiven (Fig. 4); 2) die Deckschuppen oder Deckstücke (Fig. 5); 3) die männlichen Medusen (Fig. 9) und 4) die weiblichen Medusen (Fig. 10). Sene beiderlei Grundgestalten, die Meduse und der Hydroidpolyp, sind aber selbst erst wiederum durch Arbeitstheilung aus einer ursprünglichen einfachsten Urpolypenform hervorgegangen.

Daß wirklich in altersgrauer Vorzeit, vor vielen Millionen Jahren, von der ganzen Klasse der Hydromedusen nur einfache Polypen existirten, und daß sich erst später aus ihnen die einfachsten Medusenformen und noch viel später die zusammengesetzten Siphonophorenstöcke durch allmählig fortschreitende Arbeitstheilung entwickelt haben, das geht nicht allein aus der vergleichenden Anatomie, sondern noch mehr aus der individuellen Entwicklungsgeschichte der Hydromedusen mit Bestimmtheit hervor. Denn die Ontogenie oder die individuelle Entwicklungsgeschichte jedes Organismus (d. h. die Reihe von Formen, welche derselbe vom Ei an bis zur vollendeten Gestalt durchläuft), wiederholt uns in kürzester Zeit und in großen, allgemeinen

Umrisen seine Phylogenie, seine Stammesgeschichte oder paläontologische Entwicklungsgeschichte (d. h. mit andern Worten die Reihe von Formen, welche die Vorfahren dieses Organismus seit Anbeginn der organischen Schöpfung in Folge fortschreitender Arbeitstheilung durchlaufen haben).¹⁰⁾

Wenn wir nun, eingedenk dieses wichtigen Zusammenhanges zwischen Ontogenie und Phylogenie, zwischen der Entwicklungsgeschichte des Individuums und seiner Ahnenreihe, einen Blick auf die individuelle Entwicklung der Siphonophoren werfen, so finden wir, daß aus dem befruchteten Ei des Siphonophorenstocks weiter Nichts, als ein einfachster Polyp entsteht. Dieser verlängert sich zum centralen Stamm des ganzen Stocks und erzeugt durch Knospenbildung alle übrigen Individuen, Polypen und Medusen. Anfangs, im jugendlichen Knospenzustande, sind diese alle völlig gleich und nicht zu unterscheiden; erst allmählig nimmt jedes Individuum bei weiterem Wachsthum durch Arbeitstheilung seine bestimmte Form an. Allerdings ist die Arbeitstheilung, wie sie hier im Laufe der Ei-Entwicklung innerhalb weniger Wochen sich ausbildet, zunächst durch Vererbung von den Vorfahren schon erworben; allein diese vererbte Arbeitstheilung des Siphonophorenstaats weist uns deutlich auf die ursprüngliche angepasste Arbeitstheilung der frühern Hydromedusen hin, welche durch Anpassung, durch Übung und Gewohnheit, im Laufe von Jahrtausenden geschichtlich sich entwickelt hat.

Die merkwürdige Arbeitstheilung der Siphonophoren, die Vereinigung der verschieden geformten Individuen zu einem Staate, dessen Staatsbürger nicht allein geistig, sondern auch leiblich zusammenhängen, tritt uns vielleicht zunächst als eine außerordentliche und fremdartige Naturerscheinung entgegen. Allein in Wirklichkeit ist eine ähnliche Art der Arbeitstheilung sehr weit verbreitet, und eigentlich kann uns jede beliebige

höhere Pflanze etwas Aehnliches zeigen. Denn jede verzweigte Blüthenpflanze, jeder blühende Baum, jeder Blumenstock ist im Grunde ähnlich wie der Siphonophorenstock zusammengesetzt. Das pflanzliche Individuum, welches dem einzelnen Polypen oder der einzelnen Meduse entspricht, ist der Sproß, d. h. jeder Zweig, jede selbstständige, mit Blättern besetzte Are. So viel Zweige und Aeste, so viel selbstständige Aren mithin ein Blumenstock besitzt, aus so viel Individuen ist er eigentlich zusammengesetzt. Die einen von diesen Individuen tragen bloß grüne Blätter und besorgen die Ernährung des Stocdes, gleich den Freßpolypen; die andern bilden bunte Blüthen mit Staubfäden und Samenknoßen, und besorgen die Fortpflanzung, gleich den beiderlei Geschlechts-Medusen des Siphonophorenstocks. Auch hier bei der blühenden Pflanze ist der Unterschied der beiderlei Individuen, der ernährenden Blattsprossen und der fortpflanzenden Blüthensprossen, nicht ursprünglich, sondern erst durch Arbeitstheilung erworben.¹¹⁾

Hiermit ist aber keineswegs das weite Gebiet der Arbeitstheilung abgeschlossen. Die vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte lehrt uns vielmehr, daß ihr Wirkungskreis noch viel größer ist. Jedes thierische und jedes pflanzliche Individuum, mag dasselbe nun isolirt leben, wie die unverzweigten Pflänzchen und die meisten Thiere, oder mag es mit seines gleichen zu Stöcken vereinigt sein, gleich den Siphonophoren und den meisten Pflanzen — jedes Individuum ist wieder aus zahlreichen gleichartigen und ungleichartigen Theilen zusammengesetzt. Diese Theile, die Werkstücke oder Organe, bedingen durch ihre weitgehende Arbeitstheilung die zusammengesetzten Functionen des Organismus, die wir mit einem Worte sein „Leben“ nennen. Das Leben ist nicht das räthselhafte Product einer mystischen Lebenskraft, sondern das mechanische Gesamt-Resultat aus den Leistungen der ver-

schiedenen, durch Arbeitstheilung gesonderten Organe. Der einheitliche Organismus des Individuums im engeren Sinne, oder der Person, entsteht ebenso durch Zusammenwirken und Arbeitstheilung der Organe, wie die höhere Einheit des Stockes oder Staates durch Zusammenwirken und Arbeitstheilung der Personen.^{1 2)}

So sind bei den Pflanzen alle die verschiedenen Formen der ernährenden Blattsprosse und der fortpflanzenden Blüthensprosse durch Arbeitstheilung aus zwei einfachen Grundorganen, dem Blatt und dem Stengel (oder der Ase) entstanden, und diese beiden Urorgane sind wieder erst durch Arbeitstheilung aus einem gemeinsamen ursprünglichen Grundorgan, dem Thallus oder Laubkörper hervorgegangen. Ebenso haben sich bei den Gliederthieren, bei den Insecten, Tausendfüßen, Spinnen und Krebsen, alle die verschiedenen gegliederten Anhänge des Körpers, die Fühlhörner, Oberkiefer, Unterkiefer, Kieferfüße und die echten Beinpaare, durch Arbeitstheilung aus einer und derselben ursprünglichen Grundform des einfachen Beines, aus einem Urbeine entwickelt.

Woher stammen nun aber diese Urorgane oder Grundorgane, die durch ihre fortgeschrittene Arbeitstheilung alle die verschiedenen Organe, und durch deren Zusammenwirken den zusammengesetzten Organismus der Person bilden? Auch diese einfachsten Grundorgane sind selbst erst wieder das zusammengesetzte Product aus der staatlichen Verbindung und der Arbeitstheilung von sehr zahlreichen, kleinen, organischen Individuen. Diese elementaren Individuen, welche man meistens nur mit Hülfe des Mikroskopes unterscheiden kann, werden allgemein als Zellen bezeichnet. Die Form, Structur und Lebensthätigkeit jedes Organismus ist bedingt durch die Form, Verbindung und Arbeitstheilung aller denselben zusammensetzenden Zellen. Alle Organismen, alle Thiere und Pflanzen, mit Ausnahme der allereinfachsten, der Moneren

und derjenigen, die selbst nur den Formwerth einer einzigen Zelle haben, sind aus vielen Zellen zusammengesetzt. Die scheinbare Lebenseinheit jedes vielzelligen Organismus ist ebenso, wie die politische Einheit jedes menschlichen Staates, das zusammengesetzte Resultat aus der Verbindung und Arbeitstheilung dieser kleinen Staatsbürger. Sie sind die wahren Elementar-Organismen oder die Individuen erster Ordnung.¹³⁾

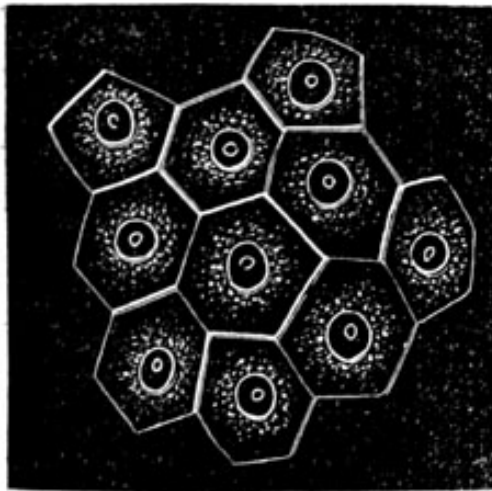
Die organische Zelle kann durch Anpassung an die Lebensbedingungen der Außenwelt die verschiedensten Formen annehmen. Die ursprüngliche Zellenform aber, aus der alle anderen erst durch Arbeitstheilung entstanden sind, ist ein kleines Schleimklümpchen, ein Kügelchen von eiweißartiger festflüssiger Materie, dem Zellstoff oder Protoplasma. Dieses Schleimkügelchen, welches häufig, jedoch nicht immer, von einer äußeren Hülle, der Zellhaut oder Membran umgeben ist, umschließt ein kleines festeres, ebenfalls eiweißartiges Körperchen, den Zellkern oder Nucleus. Aber selbst diese beiden wesentlichsten Bestandtheile jeder Zelle, der äußere Zellstoff und der innere Zellkern, waren in den einfachsten und ursprünglichsten aller Organismen, in den Moneren und anderen Protisten, noch nicht getrennt, und sind erst aus dem ganz einfachen und gleichartigen Schleimkörper der letzteren durch Arbeitstheilung der unsichtbar kleinen Eiweißtheilchen, der Plasma-Moleküle entstanden.

Jede Zelle im Thier- und Pflanzen-Körper hat bis zu einem gewissen Grade ein eigenes selbstständiges Leben. Auf ihre Hand ernährt sie sich und wächst; auch vermehrt sie sich durch Fortpflanzung, und zwar meistens durch Selbsttheilung. Ja selbst die Fähigkeit, Bewegungen auszuführen, ist dem Zellstoff aller Zellen ursprünglich eigen; sie wird aber häufig dadurch beschränkt, daß sich die Zelle in ein selbstgeschaffenes Gefängniß, in eine starre Kapsel oder Zellhaut zurückzieht und einschließt. Endlich besitzt

jede Zelle einen gewissen Grad von Reizbarkeit oder Empfindlichkeit, der sich bei den vollkommensten aller Zellen, denen des thierischen Gehirns, bis zum Selbstbewußtsein steigert.¹⁴⁾

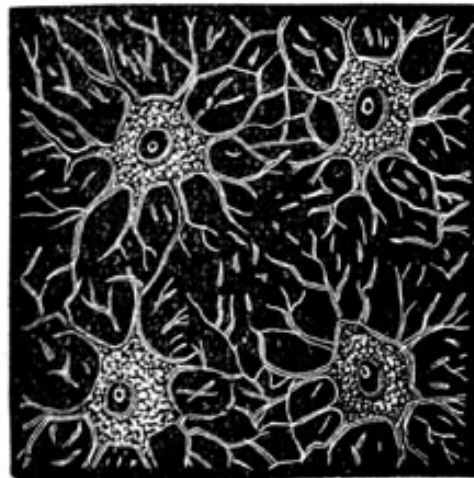
Die Arbeitstheilung der Zellen, oder die sogenannte „Zellenmetamorphose“, welche als eine der ersten und wichtigsten Ursachen der endlosen Mannichfaltigkeit in der Organisation angesehen werden muß, ist im Thierreich weit mannichfaltiger, als im Pflanzenreich. Wenn man den Leib eines höheren Thieres, z. B. eines Hundes, mit Hülfe des Mikroskopes in seine elementaren Formbestandtheile zerlegt, so findet man in den verschiedenen Organen eine außerordentliche Menge von verschiedenen Zellen-Arten vor. Die Haare, die Oberhaut, die Klauen des Hundes sind aus vielen verschiedenen verhornten Zellenformen zusammengesetzt, die alle

Fig. 11.



Ein kleines Stückchen Oberhaut, aus plattenförmigen, eckigen Epidermiszellen zusammengesetzt. Jede Zelle schließt ihren runden Kern ein. (Stark vergrößert.)

Fig. 12.

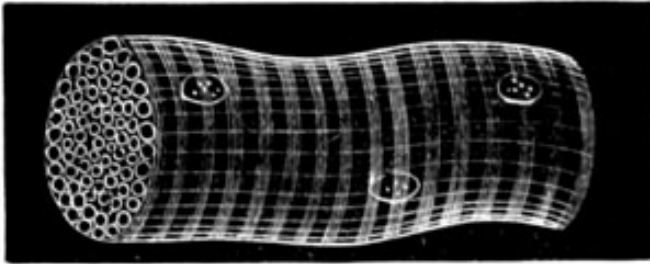


Ein kleines Stückchen Knochen, mit vier sternförmigen Knochenzellen, welche durch verästelte Ausläufer zusammenhängen und in der knochenharten Grundsubstanz eingebettet liegen. (Stark vergrößert.)

aus einer gemeinsamen Epidermis-Zellenart durch Arbeitstheilung entstanden sind (Fig. 11). Das Skelet, welches mit seinen Knochen, Knorpeln, Sehnen und Bändern das feste Gerüst des ganzen Hundekörpers bildet, besteht wieder aus verschiedenen Arten von Knochen-

zellen, Knorpelzellen und Bindegewebszellen, die sämmtlich durch Arbeitstheilung aus einer gemeinsamen ursprünglichen Bindegewebszellenart hervorgegangen sind (Fig. 12). Das rothe Fleisch (oder die Muskeln), welches das Skelet bekleidet und die willkür-

Fig. 13.



Ein kleines Stückchen von einer Fleischfaser, die cylindrische Form und die Zusammenfügung der quergestreiften Muskelzelle darstellend. Innerhalb der quergestreiften Masse sind drei Zellkerne sichtbar. (Stark vergrößert.)

Fig. 14.



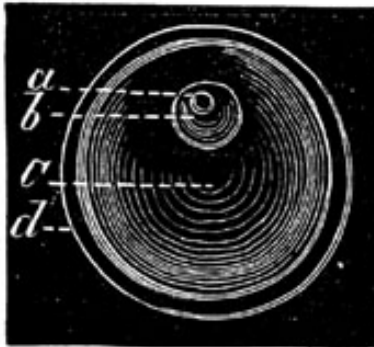
Eine große sternförmige Nervenzelle aus dem Gehirn, mit verzweigten Ausläufern, welche in Nervenfasern übergehen. Im Innern des Zellstoffs liegt ein großer heller kugelförmiger Kern mit einem dunkeln Kernkörperchen. (Stark vergrößert.)

lichen Bewegungen ausführt, ist aus sehr langgestreckten quergestreiften Zellen zusammengesetzt (Fig. 13). Das blaßgelbe Fleisch dagegen, welches die Wand des Magens bildet und die unwillkürlichen Bewegungen dieses Organes vermittelt, besteht aus glatten, nicht quergestreiften, spindelförmigen Zellen. Das Nervensystem endlich, jenes höchste Organsystem des Thierkörpers, welches die Empfindung, den Willen, das Denken und Bewußtsein des Thieres, kurz die sogenannte Seelenthätigkeit oder das Geistesleben vermittelt, ist aus großen sternförmigen Zellen zusammen-

gesetzt, deren verzweigte Ausläufer mit den Nervenfasern, feinen aus Zellen entstandenen Eiweißfäden zusammenhängen (Fig. 14).

So verschiedenartig nun auch alle die genannten Zellen-Arten sind, welche wir bei mikroskopischer Zerlegung des Thierkörpers mit einander verweht finden, so sind dieselben dennoch alle nur durch Arbeitstheilung aus einer einzigen ursprünglichen Zellenform entstanden, nämlich aus denjenigen gleichartigen einfachsten Zellen, welche im Beginn der thierischen Entwicklung aus dem Ei entstehen. Jedes Thier ist im Beginn seiner individuellen Existenz ein einfaches Ei (Fig. 15). Dieses Ei ist aber selbst wieder nur

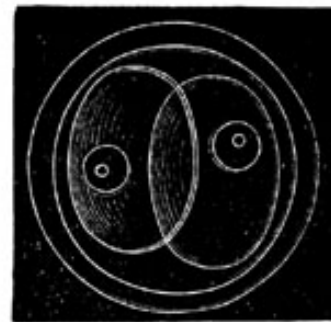
Fig. 15.



Das Ei eines Säugethieres, eine einfache kugelige Zelle, deren Zellstoff (oder Dotter, c) von einer Zellmembran (oder Dotterhaut, d) umgeben ist, und einen kugeligen Zellkern (oder Keimbläschen, b) nebst Kernkörperchen (oder Keimfleck, a) einschließt. (Hundertmal vergrößert.)

eine einfache Zelle und besteht aus denselben wesentlichen Bestandtheilen, wie jede andere Zelle, aus dem schleimigen Zellstoff, (der hier „Dotter“ heißt, Fig. 15 c), und dem davon umschlossenen Zellkern (der beim Ei „Keimbläschen“ genannt wird, (Fig. 15 b). Oft ist die thierische Eizelle von einer besonderen Hülle, der „Dottermembran“ (Fig. 15 d) umschlossen, oft aber auch nicht.

Fig. 16.

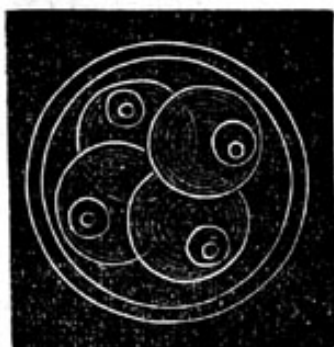


Beginnende Entwicklung des Säugethier-Eies (sogenannte „Furchung“). Das Ei, eine einfache Zelle, ist in zwei Zellen (Furchungskugeln) durch Selbsttheilung zerfallen.

Sobald das Ei des Hundes oder irgend eines anderen Säugethieres sich zu einem neuen Individuum zu entwickeln beginnt, so zerfällt es zunächst durch Selbsttheilung in zwei gleiche Hälften (Fig. 16), und zwar halbt sich zuerst der Kern (das Keimbläs-

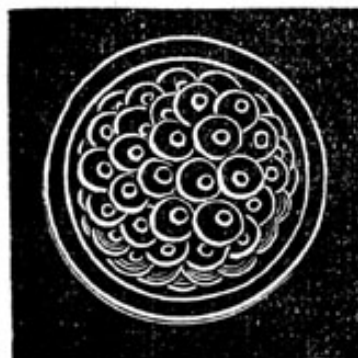
chen), und dann der den Kern umgebende Zellstoff (der Eidotter). Jede von den beiden so entstandenen Tochterzellen zerfällt nun alsbald wiederum in zwei Zellen (Fig. 17). Aus diesen vier Zellen werden durch fortgesetzte Selbsttheilung alsbald acht, aus acht sechszehn, aus sechszehn zweiunddreißig, u. s. w. So entsteht denn schließlich aus der einfachen Eizelle ein kugeligter Haufe von sehr zahlreichen und kleinen Zellen, der wie eine Brombeere oder Maulbeere aussieht (Fig. 18).

Fig. 17.



Aus den zwei ersten Furchungszellen des Säugethier-Eies sind durch weitere Selbsttheilung vier Zellen (oder Furchungskugeln) geworden.

Fig. 18.



Durch vielfach wiederholte Selbsttheilung der Furchungszellen ist aus der einfachen Eizelle ein maulbeerförmiger kugeligter Haufen von kleinen Zellen entstanden, welche weiterhin durch Arbeitstheilung die verschiedenen Organe des Körpers bilden.

Anfangs sind alle diese zahlreichen Zellen an Form und Größe völlig gleich. Bald aber beginnen sie an ihre staatliche Organisation zu denken. Sie benehmen sich wie ein Haufen von Kolonisten, die einen wohl organisirten Staat gründen wollen, und theilen sich demgemäß in die dazu erforderliche Arbeit. Die einen Zellen übernehmen den Schutz des thierischen Organismus, und setzen die Oberhaut, die Haare, Nägel und Krallen zusammen (Fig. 11). Die zweiten bilden das feste Gerüst des Körpers, indem sie zu den Zellen des Knochens, des Knorpels und des Bindegewebes sich gestalten (Fig. 12). Eine dritte

Gruppe von Zellen wächst zu langen quergestreiften Fasern aus, welche das Fleisch oder die Muskeln zusammensetzen, und vermöge ihrer besonderen Zusammenziehungsfähigkeit die Bewegungen der Körpertheile vermitteln (Fig. 13). Eine vierte Gruppe von Zellen endlich, die bevorzugtesten und höchst begabtesten von allen, bilden das Nervensystem, und übernehmen somit die höchsten Functionen des Thierleibes, diejenigen des Wollens, Empfindens und Denkens (Fig. 14). So entstehen also lediglich durch fortgesetzte Vermehrung, Verbindung und Arbeitstheilung der Zellen alle die verschiedenartigen Organe, welche den entwickelten Thierleib zusammensetzen, und durch Arbeitstheilung dieser Organe wiederum die verwickelte Maschinerie des staatlichen Organismus, den wir in jedem einzelnen Thier-Individuum erkennen müssen.

Die Arbeitstheilung der Zellen und Organe, wie sie bei der Entwicklung jedes einzelnen Thieres aus dem Ei Schritt für Schritt verfolgt werden kann, ist allerdings nicht unmittelbar durch die Anpassung des Thieres an die umgebenden Existenzbedingungen der Außenwelt erworben, sondern vielmehr von den Eltern und Vorfahren des betreffenden Thieres durch Vererbung übertragen. Allein von dieser ererbten Arbeitstheilung der Zellen und Organe gilt dasselbe, was wir vorhin von der ererbten Arbeitstheilung der Siphonophoren sagten. Sie weist uns zurück auf die ursprüngliche, durch unmittelbare Anpassung erworbene Arbeitstheilung der Vorfahren, welche unter dem Drucke der äußeren Lebensbedingungen, im Kampfe um das Dasein, während vieler Millionen Jahre sich langsam entwickelt hat. Was von der Entwicklung des ganzen thierischen und pflanzlichen Organismus gilt, das gilt auch von der Entwicklung aller seiner einzelnen Organe und Zellen. Die Entwicklung jeder individuellen Zelle (die Ontogenie der Zelle) wieder-

holt in kürzester Zeit und in großen Zügen die lange Umbildungsgeschichte ihrer Vorfahren (die Phylogenie dieser Zelle). Wir können daher aus der einfachen Thatfache, daß jedes Thier sich aus einer einzigen einfachen Eizelle entwickelt, und aus der Art und Weise, wie dies durch Arbeitstheilung der Zellen und Organe geschieht, den höchst wichtigen Schluß ziehen, daß die ältesten gemeinsamen Vorfahren aller Thiere einfachste Zellen waren, und daß aus den Nachkommen dieser einfachsten einzelligen Thiere durch staatliche Verbindung und fortgesetzte Arbeitstheilung der Zellen sich die höheren vielzelligen Thierformen entwickelten.¹⁵⁾

Man wird jetzt am Schlusse dieses Vortrags, welcher nur einen geringen Theil von dem unermesslichen Gebiete der Arbeitstheilung berührt hat, wahrscheinlich finden, daß ich die beiden Hälften des versprochenen Themas sehr ungleichmäßig ausgeführt, und von der Arbeitstheilung in der Natur sehr viel, von der Arbeitstheilung im Menschenleben nur sehr wenig gesagt habe. Ich muß aber jetzt gestehen, daß ich mir eine scherzhafte Täuschung erlaube, und wenigstens in der letzten Hälfte des Vortrages immer zugleich vom Menschen gesprochen habe, freilich ohne ihn zu nennen. Denn Alles, was ich von der Zusammensetzung des Thierkörpers, und speciell des Hundes, aus Zellen, sowie von der Arbeitstheilung der Zellen und Organe im Thierleibe gesagt habe, Alles das gilt wörtlich ebenso vom Menschenleibe. Auch unser eigener Körper ist ebenso wie der Körper jedes höheren Thieres, ein staatlicher Organismus, welcher aus vielen Millionen von kleinen Staatsbürgern, den Zellen zusammengesetzt ist. Diese Staatsbürger führen bis zu einem gewissen Grade ein selbstständiges Leben. Sie bilden durch Arbeitstheilung verschiedene Stände und Arbeiterklassen: das sind die Organsysteme unsers Körpers, das Nervensystem, Muskelsystem u. s. w. Das einheitliche

Leben des menschlichen Individuums, welches äußerlich als der einfache Ausfluß einer persönlichen Seele erscheint, ist in Wahrheit das höchst verwickelt zusammengesetzte Resultat aus der gesamten Lebensthätigkeit aller jener kleinen Staatsbürger, der Zellen und der aus ihnen durch Arbeitstheilung zusammengesetzten Organe. Wenn einzelne von jenen Staatsbürgern ihre Aufgaben lieberlich erfüllen oder unfähig dazu werden, so nennen wir das Krankheit, und wenn das einheitlich geregelte Zusammenwirken Aller, das zum Leben erforderlich ist, aufhört, nennen wir das Tod.

Aber auch was ich von der Entwicklungsgeschichte der Thiere erzählte, und an dem Beispiele des Hundes erläuterte, auch das gilt Alles wörtlich ebenso von der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Auch jeder Mensch ist, wie jedes Thier, im Beginn seiner individuellen Existenz eine einfache Zelle, ein Ei (Fig. 15), und wenn diese Zelle sich zu entwickeln beginnt, so haben ihre Tochterzellen und deren Nachkommen ganz dieselben Aufgaben der Arbeitstheilung zu lösen, welche ich vorher bei der Entwicklung des Hundes geschildert habe. Die in Fig. 15—18 dargestellten ersten Entwicklungsstadien des Hunde-Eies geben zugleich eine Vorstellung von den Umbildungen, mit denen das individuelle Leben eines Jeden von uns begonnen hat.

Wie beim Thiere, so giebt uns auch beim Menschen die mannichfaltige Formenkette, welche der Organismus während seiner individuellen Entwicklung aus dem Ei zu durchlaufen hat, ein ungefähres, skizzenhaftes Bild von der Formenkette, welche seine Vorfahren im Verfluß unermesslicher Zeiträume durchlaufen haben. Sie liefert den handgreiflichen Beweis, daß unser Geschlecht sich in verwandtschaftlichem Zusammenhang mit niederen Organismen, und zwar in der engsten Verbindung mit den Wirbelthieren entwickelt hat, und daß unsere ältesten gemeinsamen Vorfahren nur

den Formwerth von einer einfachsten Zelle besaßen.¹⁶⁾ Das mächtige Naturgesetz aber, nach welchem aus so einfacher Urquelle sich alle die unendlich mannichfaltigen Formen des Thierreichs und an ihrer Spitze, die übrigen bei weitem überflügelnd, die verschiedenen Menschen-Arten entwickelt haben, ist das große Gesetz der Arbeitstheilung!

Erklärung des Titelbildes.

Das Titelbild stellt einen von jenen wunderbaren schwimmenden Thierstaaten (Hydromedusen-Stöcken) dar, welche unter dem Namen der Siphonophoren bekannt sind, und welche die Arbeitstheilung der den Staat zusammensetzenden Individuen in der ausgezeichnetsten Weise zeigen. Die hier abgebildete neue Siphonophoren-Form (*Anthemodes canariensis*) lebt in dem atlantischen Ocean in der Nähe der canarischen Inseln, woselbst ich sie im Winter 1866/67 bei der Insel Langerote gefangen und beobachtet habe. Unter den bekannten Siphonophoren steht sie der Gattung *Stephanomia* am nächsten und könnte auch *Stephanomia canariensis* genannt werden. Der sehr bewegliche und hier schleifenförmig zusammengebogene Stamm des zierlichen Stocæs, die mittlere Axe oder der Centralpolyp (*f*) ist an seinem oberen Ende zu einer Schwimmblase (*a*) ausgedehnt, welche mittelst der in ihr enthaltenen Luftblase (*b*) den ganzen Thierstaat an der Meeresoberfläche schwimmend erhält. Unter derselben sitzt eine doppelte Reihe von Schwimmglocken (*d*), aus deren Mündung (*e*) das Wasser beim Schwimmen ausgestoßen wird. *c* sind Knospen von jungen Schwimmglocken. Der ganze übrige Stamm unterhalb der Schwimmglocken ist ringsum dicht mit dreispitzigen Deckblättern (*n*) bedeckt. Zwischen diesen zerstreut sitzen die großen Freßpolypen (*g*), welche ihren Mund (*h*) zu einer großen achteckigen Scheibe ausdehnen können. Jeder Freßpolyp besitzt einen langen, sehr beweglichen Fangfaden (*i*), der mit zahlreichen feinen Nebenfangfäden (*k*) besetzt ist. Abwechselnd mit den Freßpolypen sitzen am Stamm vertheilt die kleineren und zahlreicheren Tastpolypen (*l*), deren jeder einen feinen Fühlfaden (*m*) trägt, und an ihrer Basis sitzen traubenförmige Gruppen von den beiderlei Geschlechtsthieren an, den länglichen Männchen (*o*) und den rundlichen Weibchen (*p*). Das Uebrige über den Bau und die Bedeutung dieser schwimmenden Thier-Colonien ergibt sich aus dem Vortrage selbst.

Anmerkungen und Citate.

¹⁾ Divergenz des Charakters nennt Darwin in dem vierten Capitel seines berühmten Buchs „über die Entstehung der Arten“ diejenige Art der Arbeitstheilung, welche zwischen den an einem und demselben Orte beisammen lebenden Individuen einer und derselben Species stattfindet, und welche im Kampfe derselben um's Dasein zur Bildung von Abarten und weiterhin von neuen Species führt. Diese „Divergenz des Charakters“ der Individuen beruht als morphologischer Proceß ebenso auf der physiologischen Arbeitstheilung, wie die sogenannte „Sonderung oder Differenzirung der Organe“, welche das Hauptthema der vergleichenden Anatomie bildet. In beiden Fällen ist das Wesentliche des Processes die „Hervorbildung ungleichartiger Formen aus gleichartiger Grundlage“, wie ich im neunzehnten Capitel meiner „generellen Morphologie“ (Berlin, Reimer 1866, II. Bd., S. 253) ausführlich gezeigt habe.

²⁾ Die Ehe, die verschiedenartige Thätigkeit und Ausbildung der beiden Geschlechter, auf welcher das Familienleben des Menschen und der Thiere beruht, ist eine der ursprünglichsten und weitest verbreiteten Formen der socialen Arbeitstheilung. Bei den meisten Thieren hat dieselbe, wie beim Menschen, zu bedeutenden Unterschieden in der körperlichen Formbildung und geistigen Charakterbildung der beiden Geschlechter geführt. Jedoch fehlen diese Unterschiede noch bei vielen niederen Thieren, wo die beiden Geschlechter — abgesehen von der verschiedenen Form der Fortpflanzungsorgane — gar nicht zu unterscheiden sind. Andererseits ist die geschlechtliche Arbeitstheilung, welche das ursprüngliche Wesen der Ehe bildet, bei zahlreichen Thieren viel weiter, als beim Menschen gegangen, und hat zu einer so gänzlich verschiedenen Körperbildung der beiden Geschlechter geführt, daß die Zoologen, ehe sie deren Zusammenhang kannten, sehr häufig Männchen und Weibchen einer Species als zwei ganz verschiedene Species, oder selbst als Thiere zweier ganz verschiedener Klassen beschrieben haben (so namentlich bei vielen niederen schmarozenden Crustaceen, und anderen parasitischen Thieren). Die sittliche Basis, durch welche die Ehe bei den höheren Culturmenschen in so hohem Maße veredelt worden ist, fehlt gänzlich vielen niederen Naturvölkern, den amerikanischen Indianerstämmen, vielen Negerstämmen, den Australnegern u. s. w. Bei diesen viehischen Menschen, bei denen das Weib kaum den Rang und die Behandlung eines nützlichen Hausthieres genießt, kann von einer moralischen Grundlage der Ehe keine Rede sein, viel eher bei den in strenger Monogamie lebenden Thieren, wie den Tauben, Papageyen und vielen anderen Vögeln. Außer

der geschlechtlichen Arbeitstheilung hat übrigens auch die geschlechtliche Auslese oder die von Darwin sogenannte „sexuelle Selection“ bedeutend umbildend auf beide Geschlechter eingewirkt, worüber das neunzehnte Capitel meiner generellen Morphologie Näheres enthält (II. Bd., S. 244).

3) Ueber die Thierstaaten, namentlich diejenigen der Bienen und Ameisen, und ihre Analogien mit den Menschenstaaten, sind besonders die geistreichen „Untersuchungen über Thierstaaten“ von Carl Vogt (Frankfurt 1851) zu vergleichen.

4) Am weitesten geht die Arbeitstheilung bei den Sahuben, den blättertragenden Ameisen in den brasilianischen Urwäldern (*Oecodoma cephalotes*). Hier giebt es nicht weniger als drei in Größe und Körperform gänzlich verschiedene Rassen von Arbeitern, so daß mit Einschluß der geflügelten Männchen und Weibchen nicht weniger als fünf verschiedene Ameisen-Formen in einem und demselben Staate beisammen leben. Die Hauptmasse bilden fleinköpfige Arbeiter, welche die Bäume entlauben, die Blätter derselben ausschneiden und transportiren und die künstlichen Wohnungen des Stocks damit austapeziren. Zwischen ihnen gehen größere Arbeiter mit sehr großem und glatten, glänzenden Kopfe umher, welche die Arbeit zu beaufsichtigen und zu leiten scheinen, vielleicht auch zum Schutze der kleinen Arbeiter dienen. Ueber die Bedeutung der dritten Arbeiter-Form, die sich durch dichte Behaarung des kolossalen Kopfes und ein großes mittleres Stirnauge von der zweiten Form unterscheidet, ist noch nichts Sicheres bis jetzt bekannt. Vergl. über diese Sahuben, sowie über die Raubameisen oder Ecitonen die höchst interessanten Beobachtungen von Walter Bates in dessen trefflichem Reise-werk: *Der Naturforscher am Amazonenstrom*. Leipzig 1865.

5) Die Sklavenstaaten der Amazonen-Ameisen, unstreitig die merkwürdigsten socialen Verhältnisse in dem ganzen wunderbaren Haushalt der Ameisen, sind schon im vorigen Jahrhundert von dem ausgezeichneten Genfer Entomologen Huber beobachtet worden. Später sind diese Beobachtungen, welche zuerst unglaublich schienen, von Latreille, Hanhart, Carl Vogt und mehreren anderen Zoologen bestätigt worden. Vergl. Carl Vogt's „Vorlesungen über nützliche und schädliche, verkannte und verläumdete Thiere“ (Leipzig, Reil, 1864, S. 178).

6) Der Begriff der Schöpfung ist überhaupt unwissenschaftlich, und an seine Stelle setzt die wahre Naturerkenntniß überall den Begriff der Entwicklung. Vergl. hierüber den ersten Vortrag (S. 6) in meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte (Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Entwicklungslehre im Allgemeinen, und diejenige von Darwin, Goethe und Lamarck im Besonderen, über die Anwendung derselben auf den Ursprung des Menschen und andere damit zusammenhängende Grundfragen der Naturwissenschaft. (Berlin, Reimer 1868.)

7) Wie die Wechselwirkung zwischen dem inneren Bildungstrieb der Vererbung und dem äußeren Bildungstrieb der Anpassung im Stande

ist, als wirkende Ursache auf rein mechanischem Wege (d. h. nach physikalischen und chemischen Gesetzen) die ganze endlose Mannichfaltigkeit der thierischen und pflanzlichen Organisation zu erzeugen, habe ich im elften Vortrage (S. 203) meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte erörtert, und ausführlicher begründet in meiner „allgemeinen Entwicklungsgeschichte“ (II. Bd. der generellen Morphologie) S. 223 ff.

⁸⁾ Die Anschauung, daß „der Generationswechsel der Thiere durch eine Arbeitstheilung auf dem Gebiete des Entwicklungslebens bedingt ist“, hat vorzüglich Rudolf Leuckart auseinandergesetzt in seiner Schrift „über den Polymorphismus der Individuen oder die Erscheinungen der Arbeitstheilung in der Natur“ (Gießen, Ricker, 1851). So richtig diese Anschauung in vielen Fällen ist, so kann sie doch keineswegs allgemeine Gültigkeit beanspruchen. Vielmehr giebt es viele Fälle von Generationswechsel, welche offenbar als periodischer Rückschlag oder Atavismus aufzufassen und durch das Gesetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung zu erklären sind (Generelle Morphologie, II. Bd., S. 181, und Natürliche Schöpfungsgeschichte, S. 161).

⁹⁾ Eine ausführlichere Darstellung der schwimmenden Siphonophorenstaaten und ihrer merkwürdigen Arbeitstheilung findet sich in der citirten Schrift ⁽⁸⁾ von Leuckart über den Polymorphismus der Individuen und in den angeführten Thierstaaten ⁽³⁾ von Carl Vogt (dritter Abschnitt: Blasenträger, S. 162).

¹⁰⁾ Den überaus wichtigen Causalnexus zwischen Ontogenie und Phylogenie, d. h. den innigen ursächlichen Zusammenhang zwischen der Entwicklungsgeschichte jedes organischen Individuums und derjenigen seiner gesammten Vorfahren-Reihe seit Anbeginn des organischen Lebens auf der Erde (ein Zusammenhang, welcher durch die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze mit Nothwendigkeit mechanisch bedingt ist), habe ich im zwölften Vortrage meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte (S. 227) und im 23. Capitel meiner generellen Morphologie (II. Bd. S. 371) ausführlich erörtert.

¹¹⁾ Die Arbeitstheilung der Sprosse bei den Blüthenpflanzen hat vorzüglich Alexander Braun erläutert in seinen geistvollen „Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur“ (Leipzig, Engelmann 1851).

¹²⁾ Um die unermessliche Bedeutung klar zu erkennen, welche die Arbeitstheilung der Organe für die Entstehung des höher entwickelten, zusammengesetzten Thierkörpers, der Person, besitzt, wäre es eigentlich nothwendig, hier auf die ganze Structurlehre oder Individualitätslehre der Organismen einzugehen; da jedoch dieser ebenso interessante, als schwierige Gegenstand hier viel zu weit abführen würde, muß ich bezüglich desselben auf das dritte Buch meiner „allgemeinen Anatomie“ (I. Bd. der generellen Morphologie) verweisen, in welchem ich sowohl das Verhältniß der physiologischen zur morphologischen Individualität, als auch die sechs verschiedenen

Stufen der organischen Individualität erläutert habe (1. Plastiden, 2. Organe, 3. Antimeren, 4. Metameren, 5. Personen, 6. Stöcke).

¹³⁾ Eigentlich sind die „Individuen erster Ordnung“, ganz allgemein bezeichnet, die Bildnerinnen oder Plastiden, da außer den eigentlichen, (d. h. kernhaltigen) Zellen auch die (kernlosen) Cytoden hierher gehören. Vergl. über diese Plastiden-Theorie den dreizehnten Vortrag meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte (S. 286) und das neunte Capitel meiner generalen Morphologie (Bd. I, S. 269).

¹⁴⁾ Die Zellen, oder im weiteren Sinne die Plastiden (d. h. die Zellen und die Cytoden) sind die eigentlichen lebendigen Individuen, die elementaren Lebenseinheiten, und die Formen und Funktionen des vielzelligen Organismus sind erst das zusammengesetzte Resultat aus der Form, Verbindung und Funktion aller ihn zusammensetzenden Zellen. Diese für die mechanische d. h. für die wissenschaftliche Auffassung des Lebens höchst wichtige Zellentheorie (oder in weiterem Sinne Plastidentheorie) ist von Niemand tiefer erfaßt, und speciell mit Beziehung auf den menschlichen Organismus, ausgedehnter angewendet worden als von Rudolf Virchow, dessen „Cellular-Pathologie“ eine neue Epoche der wissenschaftlichen Medicin begründete. Vergl. auch dessen vorzüglichen Aufsatz „über die Einheitsbestrebungen in der wissenschaftlichen Medicin“ (Gesammelte Abhandlungen, Frankfurt, 1856) und „Vier Reden über Leben und Kranksein“, Berlin, 1862; namentlich die zweite Rede: „Atome und Individuen“.

¹⁵⁾ Wie die geschichtliche Entwicklung aller verschiedenen Thierformen und überhaupt aller Organismen aus gemeinsamen einfachsten Vorfahren, und zwar zuerst aus Moneren (kernlosen Cytoden), demnächst aus einfachen (kernhaltigen) Zellen, nach dem bis jetzt bekannten Erfahrungsmateriale ungefähr gedacht werden kann, habe ich in meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte hypothetisch dargestellt, woselbst der XV. Vortrag den Stammbaum und die Geschichte des Protistenreichs, der XVI. des Pflanzenreichs, der XVII. der wirbellosten Thiere und der XVIII. der Wirbelthiere zu entwerfen versucht.

¹⁶⁾ Eine hypothetische skizzenhafte Uebersicht derjenigen Thierformen, welche die Vorfahren des Menschengeschlechts demgemäß durchlaufen haben müssen, giebt außer meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte auch ein früherer Vortrag dieser Sammlung: „Ueber die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts.“ (III. Serie, Heft 52 u. 53.)

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.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

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.