© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber Vervollkommnung durch Arbeitstheilung im Thierreich.

Vortrag, gehalten bei der Jahresfeier am 4. Juni 1882

von

Dr. Heinrich Reichenbach.

Hochansehnliche Versammlung!

Die Betrachtung der Gesammtleistung eines modernen Culturvolkes hat von jeher den denkenden Menschen in das höchste Erstaunen versetzt. Man denke an die Arbeitskraft, die erforderlich ist, die Massen von Nahrungsstoffen dem harten Boden abzuringen oder sie im Kampf mit der Thierwelt zu erbeuten; man denke an die Leistung so vieler Tausende, die unter steter Gefahr ihres Lebens und im Schweiss ihres Angesichts im Schoos der Erde die nutzbaren Erzlagerstätten und die Kraftmagazine der Kohlenflötze ausbeuten; man denke ferner an die Weiterverarbeitung der dem Boden abgerungenen Schätze. Wer könnte in kurzen Worten die zahllosen Hebel und Räder des gewaltigen Culturapparates, des Verkehrs, der Industrie, des Handels einigermassen zusammenfassen, wenn dabei auch nur die materielle Seite ins Auge gefasst würde?

Geradezu unendlich sind aber die Collectivleistungen auf geistigem Gebiet. Viele Tausende setzen ihre ganze Kraft ein, die Welt und den Menschen zu ergründen, die Naturkräfte zu erforschen und die gewonnenen Resultate der Gesammtheit nutzbar zu machen; sei es, dass grossartige Erfindungen die materiellen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Existenzschwierigkeiten erleichtern, sei es, dass Kunst und Wissenschaft das Dasein der Mitmenschen zu vergeistigen und veredeln trachten und die dem Menschen unverlierbaren Ideale und göttlichen Anlagen immer weiter ausbauen.

Und welche kolossale Arbeitskraft ist erforderlich, den ganzen socialen Organismus in seiner Integrität zu erhalten, die zahllos auftretenden Störungen auszumerzen oder zu paralysiren! Mit welchem Eifer und mit welchem Ernst werden alle die Errungenschaften auf die Nachkommen zu übertragen gesucht!

In der That, man wird zu der Frage gedrängt: Wie kann der verhältnissmässig schwache, doch nur eine kurze Spanne Zeit lebende Mensch solche Riesenleistungen vollbringen?

Man sieht nun ohne Weiteres ein, dass der Satz: »Einigkeit macht stark«, so verstanden, als ob durch Summation gleicher Einzelarbeiten eine so grossartige Collectivleistung entstehen könne, eine befriedigende Antwort nicht zu geben vermag, wie es überhaupt geradezu unmöglich ist, diese Frage in ihrer vollen Tiefe zu beantworten. Wir würden sehr bald auf metaphysisches Gebiet gedrängt werden und den festen Boden unter den Füssen verlieren. Immerhin aber gelingt es, Einzelfactoren blosszulegen und bis zu einem gewissen Grad einen Einblick in den Causalzusammenhang zu gewinnen.

Ein helles Licht fällt auf die erwähnten Erscheinungen beim Vergleich des Culturvolkes mit einem uncivilisirten Volksstamm. Es springt sofort ein fundamentaler Unterschied in die Augen. Im Culturstaat übernimmt der Einzelne nur einen geringen, aber mehr oder weniger streng gesonderten Theil der Gesammtleistung; für alles andere lässt er die Uebrigen sorgen.

Die Arbeit ist also getheilt.

Ganz anders bei den wilden Völkerstämmen. Hier ist der Einzelne mehr oder weniger Alles in Allem. Er jagt, er fischt, er treibt Ackerbau, er gräbt sich die Höhle oder baut die ärmliche Hütte; er fertigt seine Instrumente und Waffen selbst, so gut es gehen will; mit einem Wort: er ist ein Universalgenie; aber es ist auch darnach.

Dieser Volksstamm wird nicht fortschreiten; die Einzelpersonen der Horde, der Raub-, Jagd- und Weidenomaden, sind auch nicht wesentlich von einander verschieden; alle sind ziemlich gleichmässig entwickelt. Uebernimmt aber nun in einem solchen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Volksstamm der mit scharfem Aug' und sicherer Hand Begabte ausschliesslich die Jagd, bändigt der Nervige Ross und Stier und zwingt sie ihm zu dienen, während der Intelligente Waffen und Instrumente erfindet und der Schwache die Schafe hütet, und kommen sie überein, nicht den Nutzeffect der Einzelarbeit für sich zu behalten, sondern ihn zu Gunsten der Gesammtheit wirken zu lassen, so ist dadurch für die Gesammtheit, aber auch für den Einzelnen offenbar ein bedeutender Vortheil im Daseinskampf gegeben.

Es tritt aber bald in jener Horde eine höchst bedeutsame Veränderung ein. Die vorher nicht wesentlich von einander abweichenden Mitglieder verlieren allmählich den Charakter der Gleichartigkeit. Die Kräfte werden im Kampf gestählt, das Auge wird schärfer, die Hand sicherer, der Intelligente wird erfindungsreicher, während der Hirte, wenn er nicht gegen Räuber kämpfen muss, bald die Folgen seiner Thätigkeit deutlich genug zur Schau trägt. Denn die im Kampf und auf der Jagd Erstarkten benützen sehr bald ihre Kräfte zur Ausbeutung der Schwachen; die Eroberungskämpfe beginnen; es werden Sclaven geraubt, unter die nun die Herren die Haus- und Feldarbeit vertheilen; diese im embryonalen Staat eingetretene Arbeitstheilung wirkt nun verändernd ein und ist von höchst bedeutsamen Folgeerscheinungen begleitet. Die Arbeitstheilung schafft Specialisten und Virtuosen und bald wird mehr producirt als zur nackten Existenz nothwendig ist. Der Ueberschuss findet die mannigfachste Verwendung; vor allem kann er in Geistesarbeit umgesetzt werden; die Intelligenz steigert sich; die Genies entstehen und ihre Leistungen werden zum Besten der Gesammtheit verwendet; die rohe Kraft wird allmählich eingedämmt und in bessere Bahnen gelenkt; das Recht entwickelt sich u. s. w. An die Stelle der verhältnissmässig tief stehenden getrennten Einzelexistenzen ist nunmehr eine Einheit höherer Art, ein Collectivwesen von potenzirter Leistungsfähigkeit getreten. Die Arbeitstheilung bringt Vervollkommnung zu Stande.

Dabei wirken nun aber noch andere Momente mit.

Wie bereits hervorgehoben, verändern sich die Individuen in bestimmter Richtung, die von ihrer Beschäftigung abhängig ist; sie passen sich an.

Hierzu tritt eine weitere, ebenso fundamentale Thatsache: Die so erworbenen Eigenthümlichkeiten werden auf die Nachkommen vererbt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das scharfe Auge, die sichere Hand, der gestählte Körper, das wohlentwickelte Gehirn gehen auf die Nachkommen über.

Dem Fortschrittsprincip der Anpassung steht hier das conservative Princip der Vererbung zur Seite, die gewonnenen Vortheile zu Gunsten der Gesammtheit festzuhalten. Wir sehen also auf der Grundlage der Arbeitstheilung durch Anpassung und Vererbung eine Möglichkeit der fortschreitenden Entwicklung der Völker gegeben; diese kommt aber allerdings vorzugsweise mit Hülfe jenes gewaltigen und mit grösster Präcision arbeitenden Regulators zu Stande, der unter seinen Rädern erbarmungslos alles zermalmt, was diesem Fortschreiten hinderlich ist; es ist der Kampf um's Dasein, der unausgesetzt scharfe Auslese des Passenden hält, »der Anpassungen lohnt und Verbildungen richtet«, der die Zahl der Arbeiter gleicher Art in ehernen Schranken einschliesst und dadurch bessere Arbeitsvertheilung, also grössere Productivität und Existenzmöglichkeit schafft.

Die Anfänge dieser in der That grossartigen Anschauungen, nämlich dass der Kulturfortschritt auf eingehender Arbeitstheilung in Wechselwirkung mit Anpassung und Vererbung und in Verbindung mit dem Kampf um's Dasein beruht, sind bereits vor geraumer Zeit auf sociologischem Gebiet errungen worden. Aber die Biologie, die Lehre vom Lebenden überhaupt, hat diese Anschauung in neuerer Zeit nicht nur verallgemeinert, sondern auch weiter ausgebaut. Die Einsicht, dass diese Principien in der gesammten organischen Welt Geltung haben, ist eine Errungenschaft des Menschengeistes von hoher Bedeutung.

Es erlangen offenbar dadurch die genannten Principien für die Auffassung des socialen Körpers und in mancher Beziehung für die gesammte Weltanschauung eine einschneidende Wichtigkeit. Wir sehen wiederum:

»Nach ewigen, ehrnen,
Grossen Gesetzen
Müssen wir alle
Unseres Daseins
Kreise vollenden.«

Es sei mir nun gestattet, in einigen grossen Zügen dies Princip der Vervollkommnung durch Arbeitstheilung auf dem Gebiet der Thierwelt zu entwickeln. Die Hauptresultate, zu denen wir gelangen werden, und die durch die Forschungen von

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Milne-Edwards, Leuckart, C. Vogt, Haeckel, Gegenbaur, Darwin u. v. a. festgestellt wurden, sind folgende:

Werden die zur Existenz eines Thieres erforderlichen Leistungen der Ernährung, der Fortpflanzung, der Bewegung, Empfindung, des Schutzes etc. mehr oder weniger scharf gesondert auf bestimmte und getrennte Parthien des Organismus, auf Organe und Organsysteme übertragen, oder übernehmen gar gesonderte Individuen — mögen sie durch materielle Bande fest verknüpft sein, oder mögen sie getrennt von einander ein Einzeldasein führen — specifische Leistungen, so verändern sich die ursprünglich gleichartigen Organe und Organsysteme resp. die Individuen zu Gunsten der Gesammtleistung.

Mit wenigen Ausnahmen schreitet der Organismus mit weiterer Arbeitstheilung zu einer höheren Organisationsstufe vor und immer complicirtere physiologische Einheiten treten auf. Dies lässt sich verfolgen von der einfachen Zelle bis zu dem als physiologisches Individuum fassbaren Ameisen- und Bienenstaat. Hier stehen wir nun zunächst vor der schwierigen Frage, die ich nur kennzeichnen will: Was ist ein Individuum, also ein Untheilbares, eine Einheit? Wir können den Organismus der höheren Thiere, der in physiologischem Sinne eine Einheit darstellt, auch als Zellenstaat betrachten, wo die Arbeitstheilung der Zellen in hohem Masse vorgeschritten ist, und können auch den Ameisenhaufen, das Bienenvolk, sowie den Menschenstaat als Einheit fassen, wo die Einzelindividuen, Einzelfamilien etc. die entsprechenden Rollen spielen, wie die einzelnen Zellen im Zellenstaat. Und wer hindert uns, die Einzelzelle als ein höchst complicirtes Aggregat von chemischen Molekülen aufzufassen, die die Arbeiten der Zelle unter sich vertheilt haben?

Hier stehen wir offenbar vor einem metaphysischen Problem: Was ist eine Einheit? Der Begriff der Einheit ist relativ; es kommt darauf an, ob wir Form oder Stoff in's Auge fassen. Die Form kann eine Einheit darstellen. Der Stoff ist immer ein Vieles. Dies gilt ganz besonders vom Lebenden. Göthe, der viele der modernen, die organischen Wissenschaften durchdringenden Anschauungen anticipirte, sagt sehr schön:

»Jedes Lebendige ist kein Einzelnes, sondern eine Mehrheit; selbst insofern es uns als Individuum erscheint, bleibt es doch eine Versammlung von lebendigen, selbständigen Wesen, die der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Idee, der Anlage nach gleich sind, in der Erscheinung aber gleich oder ähnlich, ungleich oder unähnlich werden können.« — — — »Je unvollkommener das Geschöpf ist, desto mehr sind seine Theile gleich oder ähnlich und desto mehr gleichen sie dem Ganzen. Je vollkommener das Geschöpf wird, desto unähnlicher werden die Theile einander.«

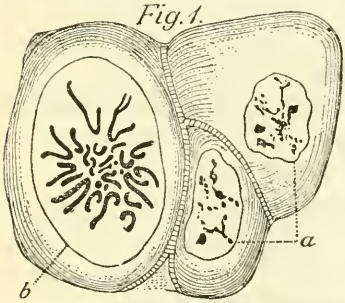
Häckel unterscheidet daher Individuen verschiedener Ordnung; jedes Individuum höherer Ordnung ist aus Individuen der nächst niederen zusammengesetzt. Wir wollen uns hier aber nicht weiter mit dieser schwierigen Frage befassen sondern mit Göthe sagen:

»Freuet euch des wahren Scheins
Euch des ernsten Spieles
Kein Lebendiges ist Eins
Immer ist's ein Vieles«

und frisch in das Leben der Natur hineingreifen.

Bei dem nur aus einem mikroskopischen Klümpchen lebender Substanz oder Protoplasma bestehenden Geschöpfen ist von Arbeitstheilung kaum die Rede. Die Ernährung erfolgt meist durch Umfliessen von Nahrungstheilchen mittels Protoplasmafäden. Die Fortpflanzung besteht in einfacher Theilung des Klümpchens; die Locomotion ist mehr ein langsames Fortfliessen.

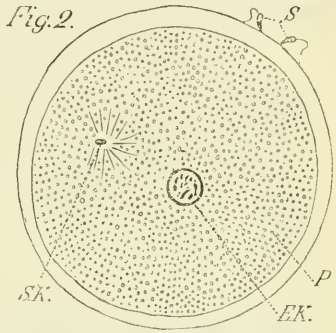
Sobald aber in dem Plasma ein festerer Inhaltskörper, ein sog. Zellkern auftritt, findet auch schon eine Theilung der Arbeit statt; denn dieser Kern scheint u. a. vorzugsweise die Fortpflanzungsfunctionen zu übernehmen; wenigstens nehmen die höchst wunderbaren und complicirten Theilungsprozesse, die erst in der Neuzeit gehörig erforscht wurden, hier ihren Anfang (Fig. 1). Auch bei der Befruchtung der Eizellen spielen die Kerne dieser letzteren mit der Samenzelle eine höchst bedeutungsvolle Rolle. Vereinigt sich doch der Kern der Spermazelle, deren Protoplasma nur noch als Vehikel, als Bewegungsapparat zu functioniren scheint, mit dem Kern der Eizelle, dadurch den



3 Zellen aus dem Epithel der Hornhaut des Menschen.
a. ruhende Kerne,
b. Kern in der Theilung begriffen.
(Nach Flemming, Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. 20. Taf. III. Fig. 11.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Impuls zur Entwicklung eines neuen Wesens gebend, so dass man, wie es unser Landsmann Bütschli kürzlich aussprach, den Kern der Ei- und Samenzelle gleichsam als die Träger eines hypothetischen Lebensfermentes anschauen könne. (Fig. 2.)



Ei eines Seeigels. (Starke Vergrösserung.) (*Toxopneustes lividus.*) 4 Minuten nach der Befruchtung).
S Nicht eingedrungene Samenfäden.
Sk. Kopf (-Zellkern) des eingedrungenen Samenfadens, der sich mit dem Eikern *Ek* vereinigt. *P.* Protoplasma der Eizelle.
(Nach Flemming. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 20. Taf. I. Fig. 1.

Bei den weiter entwickelten einzelligen Wesen, Infusorien, Rhizopoden u. a. übernehmen nun bereits einzelne gesonderte Protoplasmaparthien specifische Leistungen. Die äussere Schicht übernimmt bei vielen den Schutz; sie sondert ein Cuticularhäutchen ab, oder lässt starke, oft äusserst zierliche Kiesel- oder Kalkskelete entstehen, die späteren Bestandtheile zu schützen. Es bilden sich bewegliche, geisselartige Protoplasmafortsätze oder lange wurzelfaserähnlich sich verzweigende Fäden oder feine Haare und Borsten, die durch Schlagen im Wasser die Locomotion und das Herbeischwimmen von Nahrungspartikelchen bewirken. Die Ernährung wird besser bewerkstelligt, wenn die äussere Fläche Pseudopodien ausschickt oder wenn Mund und innere Verdauungsräume auftreten.

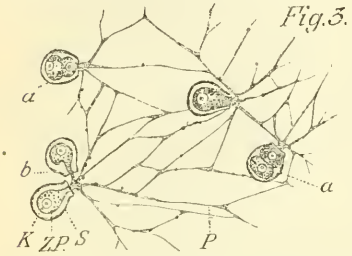
Im Innern des Protoplasmas finden sich häufig regelmässig pulsirende Hohlräume, sog. Vacuolen, deren Bedeutung noch nicht hinreichend feststeht. Aeusserst kleine Stäbchen in der Rindenschicht vermitteln eine feinere Empfindung und bei einigen Infusorien (Stentor) treten im Protoplasma Bänder und Fasern auf, die durch sehr wesentliche Eigenschaften — Contractilität und Doppelbrechung — sich als die ersten Spuren der Muskeln documentiren.

Demgemäss haben diese einzelligen Wesen durch Vertheilung der Arbeit auf bestimmte Plasmaportionen eine Stufe der Organisation und eine Leistungsfähigkeit erreicht, die uns mit Staunen und Bewunderung erfüllt.

Wir kennen aber auch einzellige Wesen, die zusammentreten und Colonien bilden. Die zu den zierlichen Bäumchen vereinigten Glockenthierchen haben durch diese Vereinigung vielleicht den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vortheil einer grösseren Nahrungsmenge, die durch gemeinsame Kraft lebhafter herbeigestrudelt wird; auch schrecken sie alle zusammen und ziehen sich zurück, wenn ein Mitglied der Colonie angestossen und erschreckt wird.



Mikrogromia socialis. (Stark vergrössert.) Theil einer Colonie im ausgebreiteten Zuland.
Die Individuen *a* sind durch Quertheilung in 2 Stücke zerfallen.
b. 2 mit ihren Pseudopodienstielen zusammenhängende Individuen.
ZP. Zellenprotoplasma.
P. Protoplasmafortsätze (Pseudopodien).
K. Zellkern.
(Nach R. Hertwig. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 10. Supplement. Taf. 1. Fig. 1.)

Mikrogromia socialis (Fig. 3) bildet Colonien von 20 —100 Einzelindividuen durch Verschmelzung von Plasmafortsätzen, die aus dem in einer ovalen Schale sitzenden Weichkörper ausstrahlen. Sollte hier vielleicht die erste Stufe des Communismus erreicht sein?

Die von Cienkowsky im Hafen von Odessa entdeckte *Labyrinthula* hat ihren Namen von einem complicirten Fadennetz, auf dem die Zellindividuen wie auf einer Bahn dahingleiten, zuweilen miteinander verschmelzen, sich mit einer Hülle umgeben, aus der später eine verjüngte Colonie ihren Ursprung nimmt.

Bei jenen prächtigen Flimmerkugeln (*Volvocinen*) haben sich die Einzelwesen vom Werth einer Zelle zusammengethan; sie stecken in einer Gallertkugel und strecken zwei lange Flimmergeisseln heraus; durch Collectivarbeit bringen sie eine ausgiebigere Bewegung zu Stande. Während hier mehr eine Arbeitsvereinigung vorliegt, findet aber auch eine Trennung der Geschäfte insoweit statt, dass zu gewissen Zeiten einige Individuen zu grossen flaschenförmigen Eizellen werden, während andere kleinere die Rolle der Männchen übernehmen, sich mit den Eiern vereinigen und dadurch den Impuls zur Bildung einer neuen Volvoxfamilie geben.

Dieser Verjüngungsprocess wird demgemäss von zwei gesonderten Individuen übernommen.

Alle einzelligen Wesen müssen selbstverständlich äusserst klein bleiben; ein grösseres Thier, wo alle Leistungen von einer Zelle abhängig wären ist nicht denkbar; denn schon die Fundamentalfunction der Ernährung kann bei weiterem Wachsthum nicht mehr von der Oberfläche besorgt werden; denken Sie sich eine Kugel mit wachsenden Radien, so verhalten sich die Kugelmassen wie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die dritten Potenzen, die Kugeloberflächen aber wie die zweiten Potenzen der Radien; es muss demgemäss bei weiterem Wachsthum eine Complication der verdauenden Fläche eintreten; oder es müssen mehrere Zellindividuen sich vereinigen und die Arbeiten unter sich vertheilen; die einen übernehmen die Ernährung, die andern die Bewegung, wieder andere die Fortpflanzung u. s. w. Auf diesem Vorgang beruht der Fortschritt zu höherer Organisation; man kann sich vorstellen, dass einzellige Wesen bei der Theilung nicht in materiell getrennte zerfielen, sondern zusammenblieben; nimmt man nun an, mehrere dieser Zellen hätten zunächst vorzugsweise, später ausschliesslich bestimmte Leistungen, die der Gesammtheit zu Gute kommen, übernommen, so würden von der specifischen Beschäftigung abhängige Veränderungen bei ihnen aufgetreten sein — denn die Anpassungsfähigkeit der Organismen wird heutzutage nicht mehr bezweifelt; überall ist sie zu beobachten, auch beim Menschen; können wir doch sehr oft auf den ersten Blick sagen, welchen Beruf irgend ein Mensch betreibt. Die erworbenen, der Gesammtheit günstigen Eigenschaften werden nun durch Vererbung festgehalten und können in den Nachkommen noch weiter gesteigert werden; die potenzirte Leistungsfähigkeit ist gegeben; der Daseinskampf kann erfolgreicher geführt werden. Mit einem Wort: die Arbeitstheilung der Zellen ist die Grundlage der Existenz aller höheren Thiere, die wir nun als Zellgemeinden, als Staaten, als potenzirte physiologische Einheiten, als Integrale auffassen können, deren Individuen zwar eine gewisse Sonderexistenz, ein Differentialdasein führen, sich ernähren oder vom Blutstrom gefüttert werden, wachsen, sich theilen, für die Gesammtheit arbeiten in den verschiedensten Richtungen, bis sie endlich sterben, im Blutstrom eingeschmolzen und begraben werden und andern Platz machen; und dies geht solange weiter, bis endlich der Tod den ganzen Zellenstaat dahinrafft, meist nachdem vorher bestimmte Bevölkerungsschichten durch pathologische Processe unfähig geworden, die ihnen zukommenden Functionen zu verrichten.

Diese Anschauung von der Entwicklung der höheren Organismen aus den niederen auf der Grundlage der Arbeitstheilung findet in dem Umstand eine sehr wesentliche Stütze, dass die höher stehenden Thiere auf frühen Entwicklungsstadien eine Zellgemeinde darstellen, deren Individuen wenig oder gar nicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

äusserlich verschieden sind, aber an jene Zeiten erinnern, wo der Zellenstaat noch ohne Arbeitstheilung ein einfacheres Dasein führte, wie die Horden- und Nomadenstämme. Verfolgen wir einen Augenblick jene embryonale Zellgemeinde. Bald entstehen aus den anscheinend gleichartigen Zellen drei mehr oder weniger flächenhaft entwickelte und geschichtete Zellaggregate, die sog. Keimblätter, die mit weiterschreitender Entwicklung ähnlich so die Arbeit unter sich theilen, wie dieselbe unter den Bevölkerungsschichten eines Culturstaates getheilt ist. Das innere Keimblatt übernimmt vorzugsweise die Ernährung, indem es sich zum Darm und den accessorischen Organen umbildet; das äussere dagegen liefert die schützende Hautdecke und Apparate, die den Organismus mit der Aussenwelt in Beziehung setzen, während das mittlere Stütz-, Bewegungs- und Verkehrswerkzeuge aus sich hervorgehen lässt. Und wie in der Entwicklung der Menschenstaaten in früheren Zeiten die Krieger durch Berührung und Kampf mit der Aussenwelt aus sich die Intelligenteren, die Herrscher und Priester hervorgehen liessen, so nehmen auch aus dem äusseren Keimblatt das edle Nervensystem und die wunderbaren Sinnesorgane ihren Ursprung, die das ganze Zellenstaatsschiff lenken und leiten und mit der Aussenwelt in Beziehung setzen. Und wie im Völkerleben die Ueberschussbevölkerung aus dem Verband sich loslöst und neue Staaten gründet, die mehr oder weniger dem Mutterlande gleichen, so wandern aus dem Zellenstaat Eizelle und Samenzelle aus, einer neuen Colonie das Dasein zu verleihen.

Aehnlich wie sich die aus ursprünglich gleichartigen Zellen zusammengesetzten Thiere durch Arbeitstheilung und die übrigen damit in Verbindung tretenden Momente auf höhere Entwicklungsstufen geschwungen haben, so sind nach der modernen Anschauung aus Thieren, die aus einer Kette von gleichartigen Ringen (Segmenten) bestanden, höher stehende hervorgegangen.

Der Regenwurm, der Tausendfuss, viele Insectenlarven und niedere Krebse bestehen heute noch aus solchen Ringen, deren äussere und innere Organisationsverhältnisse wenig abweichen; die Leistungen sind auch ziemlich gleichartig und die Collectivleistung dieser Ringindividuen ist nicht sehr bedeutend.

Aber bei den höheren Krebsen und Insecten, die im Embryonalstadium aus gleichartigen Segmenten aufgebaut sind, übernehmen die Körperringe verschiedener Regionen specifische Lei-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

stungen und sind demgemäss umgestaltet; ihr Körper zerfällt in scharf gesonderte Abschnitte, von denen jeder irgend eine Arbeit vorzugsweise verrichtet. So treten beispielsweise bei den Insecten die 4 ersten (resp. 3) Leibesringe zur Bildung eines Kopfes zusammen, der das Gehirn und die Sinnesorgane nebst den Fresswerkzeugen trägt, während die 3 folgenden zur Locomotive geworden sind, ausgestattet mit Bewegungshebeln und Kraft erzeugenden Maschinen; die noch übrigen Segmente, die bei niederen Gliederthieren an der Bewegung etc. ganz gleichen Antheil nehmen sind hier zu einem weiten Behälter für Verdauungs-, Fortpflanzungs- und Circulations-Organe zusammengewachsen.

Höchst lehrreich sind die an den Leibesanhängen der Gliederfüssler durch Arbeitstheilung bewirkten Veränderungen; im Embryonalleben als gleichartige Aussackungen der äussern Körperwand auftretend, verbleiben die Extremitäten bei den Tausendfüsslern zeitlebens auf einfacher Entwicklungsstufe stehen, sind in grosser Zahl vorhanden und üben, mit Ausnahme der Mundanhänge, auch gleiche Functionen aus. Betrachten wir aber die Extremitäten eines höheren Krebses z. B. die unseres Flusskrebses: Ihr auf den ersten Blick sehr verschiedener Bau wird von einem Grundplan beherrscht. Ein gegliederter Basalabschnitt trägt einen äusseren und einen inneren gegliederten Anhang. Die beiden vorderen Paare sind zu langen Fühlergeisseln umgewandelt und das zweite Paar trägt auch noch die Hörorgane; die drei nächsten sind zu Kauwerkzeugen umgewandelt, tragen theils kräftige Zähne und Zangen und starke Musculatur; im Dienst der Nahrungsaufnahme stehen auch die nächsten drei Paare, die bei den Insecten die Locomotion übernehmen; die gleichen einzelnen Abschnitte wie Gehfüsse zeigend, sind sie dennoch ihrer Function gemäss umgestaltet. Die folgenden fünf Paare von Extremitäten sind die Gehfüsse; aber das vorderste ist zu einer kräftigen Vertheidigungs- und Angriffswaffe umgewandelt. Die nunmehr folgenden Anhänge sind beim Männchen und Weibchen verschieden; die ersten beiden Paare der Schwanzfüsse beim ersteren dienen dem Befruchtungsgeschäft und sind zu Kanälen zusammengedreht, während sie beim Weibchen zur Anheftung der Eier dienen, bewegt werden und diesen dadurch frisches Athemwasser herbeistrudeln. Die Anhänge der letzten Segmenten haben sich zu breiten Schwimmflossen umgestaltet und schnellen das Thier

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit einem kräftigen Ruderschlag in weitem Bogen durchs Wasser.

Die Anhänge an den äusseren Segmenten tragen aber ausserdem noch complicirte Kiemenanhänge und allerlei Geisseln und Platten, um den Athemwasserstrom zu erhalten.

Wir sehen also ursprünglich gleichartige und von identischem Bauplan beherrschte Anhänge getrennt in den Dienst der Ortsbewegung, der Nahrungsaufnahme, der Empfindung, der Vertheidigung, des Fortpflanzungs- und Brutgeschäftes, der Athmung treten; sie haben sich in Folge ihrer Beschäftigung umgewandelt, sind zu Specialisten und Virtuosen geworden und heben dadurch auch den ganzen übrigen Organismus auf eine höhere Entwicklungsstufe; sie machen ihn eben leistungsfähiger. —

Ganz ähnliche Ergebnisse würden wir durch die Betrachtung der Anhänge bei den Insecten und der Extremitätenbildungen bei den Wirbelthieren erhalten. Wir würden im letztern Falle u. v. a. die Flossen der Fische und Fischsäugethiere, die Sprungbeine der Frösche, der Nager, der Känguruh, die zu Flugorganen umgewandelten Vorderextremitäten der Fledermäuse und Vögel in Betracht zu ziehen haben und ganz besonders durch Erörterung der Details auf höchst interessante Verhältnisse stossen. Auch die vier Hände der Affen, die nahezu gleichartige Leistungsfähigkeit entwickeln, müssen hier erwähnt werden; der Affe steht unendlich viel tiefer als der Mensch, dessen nach identischem Bauprincip construirten Extremitäten durch Arbeitstheilung zwischen Hand und Fuss jedenfalls dazu beigetragen haben, ihren Träger auf die hohe Entwicklungsstufe zu heben.

Wenden wir uns nun zu denjenigen Fällen, wo sich ganze Individuen oder Personen, wie sie Häckel nennt, in den Dienst einer höheren Gesammtheit begeben.

Zwei verschiedene Verhältnisse treten uns hier entgegen:

1) Die Individuen sind zeitlebens durch »materielle Bande« verknüpft; sie hängen zusammen, formiren einen höheren Organismus und man kann ebenso gut sagen, sie seien Organe dieses Letzteren.

2) Die zusammengehörigen Einzelindividuen sind nicht durch materielle Bande verknüpft (Bienen, Ameisen), sondern sie übernehmen die Existenzarbeit im grossen Ganzen für sich allein und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

thun sich nur zu bestimmten Gesammtleistungen, die meist auf die Erhaltung der Art gerichtet sind, zusammen.

Zwischen beiden Gruppen stehen solche, die zeitweise zusammengewachsen sind, sich aber schliesslich abtrennen.

»Die Natur macht keinen Sprung.«

Schwämme und Korallen bilden Colonien aus Einzelindividuen, die aber die Arbeiten nicht getheilt haben; sie sind daher auch vollkommen gleichwerthig und ihre Leistungen stellen einfach gleiche Summanden zur Collectivarbeit dar, deren Ertrag ungeschmälert der Gesammtheit zu Gute kommt. Damit ist denn auch eine bedeutende Gesammtleistungsfähigkeit gegeben, denn Einigkeit macht stark. Hiervon legen die Koralleninseln und Riffe ein sehr beredtes Zeugniss ab.

Freilich zeigt sich bei vielen Schwämmen auch ein Wiederaufgeben der Einzelexistenz, ein buchstäbliches Aufgehen in der Gesammtheit; denn man kann bei den meisten gar nicht mehr deutlich die Individuen unterscheiden, obwohl wir wissen, »dass der Schwamm individuell begonnen«, und durch einfache Knospung neue Personen hat aus sich hervorgehen lassen, die aber unter einander so verschmelzen können, dass Oskar Schmidt mit Recht sagt: »Die Schwämme sind *Zoa impersonalia.*«

Bezeichnend ist es, dass bei den Korallen die erste Spur der Arbeitstheilung sich auf dem Gebiet der Arterhaltung zeigt. Wenn sie, wie dies bei den meisten der Fall ist, *Hermaphroditen* sind, dann werden beiderlei Geschlechtsproducte zu verschiedener Zeit reif, d. h. es findet eine Arbeitstheilung der Zeit nach statt; einige jedoch haben die Arbeit dem Raume nach getheilt, denn hier sind die Stöcke getrenntgeschlechtlich und demgemäss leistungsfähiger geworden, ein Umstand, der ihnen im Kampf ums Dasein sehr zu statten kommt. Man bedenke nur, welche unsägliche Mengen von Keimen producirt werden müssen, um nur einer einzigen der frei im Meer umherschwimmenden Larve eine Dauerexistenz zu verschaffen. Millionen wirft die Brandung an's Land, Millionen fallen den überall lauernden Räubern zur Beute, und wieviele werden die nothwendigen Existenzbedingungen nicht finden, werden in den offenen Ocean geschleudert!

Ist es nicht als ob man im freien Feld nach allen Richtungen Millionen von Schüssen abfeuerte, um einen einzigen Hasen zu schiessen?

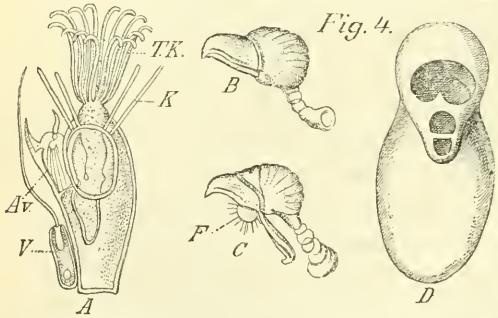
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Spuren von Arbeitstheilungen treten bei den Federpolypen auf. Kleine sitzengebliebene Individuen finden als Wasserpumper Verwendung.

Die in den Lehrbüchern als sociale Seescheiden aufgeführten Colonien verdienen kaum diese Bezeichnung; höchstens dass sie (wie bei Botryllus u. a.) einen gemeinsamen Mantel auf Gemeindeunkosten unterhalten, oder sich um eine als gemeinsame Kloake dienende Ausfuhröffnung herumsetzen.

Wenn nun auch durch die gleiche Arbeitsvertheilung manches gespart wird, und durch Zusammenwirken bedeutende Existenz-Vortheile errungen werden können, so stellen sich erheblich andere und bessere sociale Verhältnisse ein, wenn die Individuen streng gesonderte Functionen übernehmen.

Bei den Moosthierchen, jenen polypenartige Stöcke bildenden Wesen, die wir als moosähnlich verzweigte, blattförmige, rindenartige und massige Bildungen im Meer und Süsswasser auf allerlei Gegenständen festgewachsen antreffen und bei denen die durch Knospung aus einem Individuum hervorgegangenen Einzelthiere durch das hornige, pergamentartige Gehäuse zusammenhängen, treten innerhalb gewisser Gattungen unter den nach normalem Bauprincip organisirten Individuen ganz anders gestaltete Personen auf. (Fig. 4). Sie haben den schönen Tentakelkranz, den Darm, und die meisten übrigen Organe eingebüsst, sind zu einem vogelkopfartigen Gebilde herabgesunken (Fig. 4 *A*, *B* u. *C*), das mit seinem Raubvogelschnabel unausgesetzt im Wasser auf und zu schnappt, bis ein unglückseliges Würmchen oder dergl. durch Zufall gepackt und festgehalten wird; nun können diese Vogelkopfindividuen (*Avicularien*) ihre Beute aber nicht einmal selbst fressen, sondern sie fällt den übrigen Individuen anheim, die



A. Ein Stückchen aus einer Moosthierchencolonie (*Scopucellaria scruposa* v. Beneden. Vergrössert). 3 Individuen. Das eine mit Tentakelkrone (*Tk.*) und Darm und mit als Waffe dienenden Kalkstäbchen (*K.*). Das 2. *Av.* ist ein sog. Vogelkopfindividuum (*Avicularium*). Das 3. *V.* ist ein Geisselindividuum (*Vibraculum*).
B. Vogelkopfindividuum einer anderen Bryozoe (*Bugula plumosa*) geschlossen.
C. Desgl. geöffnet. *F.* Die Fühlbürste.
D. Ein Ei-Individuum.
(Nach v. Beneden aus Bronns Klassen u. Ordn. Bd. III. Abth. I. Taf. V. Fig. 2. 6.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dafür jene Pincettenpersonen zu ernähren verpflichtet sind. Bei gewissen Bryozoengattungen trifft man noch tiefer gesunkene Individuen, die nur noch eine Geissel darstellen (*Vibracula*, Vergl. Fig. 4 *A. V.*), die unausgesetzt im Wasser um sich schlägt, Athemwasser und Beutethiere herbeischafft.

Eine dritte bei Bryozoen beobachtete abweichende Individuenform ist zu einem kuppelartig hervorgewölbten Gebilde geworden, das an den Ernährungsarbeiten keinen Antheil mehr nimmt, dafür aber in seiner Leibeshöhle ein riesig grosses Ei zur Entwicklung bringt. (Vergl. Fig. 4. *D.*)

Das alles sind aber nur geringfügige und schwache Anfänge im Vergleich zu den wunderbaren Verhältnissen, die uns bei den Polypen und Quallen entgegentreten.

Polypen und Quallen sind auf das innigste verwandt; vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte lehren sie uns nur als Modificationen eines gemeinsamen Typus kennen; bald ein Einzeldasein führend, wie viele Quallen und Seerosen, bald zu Colonien mit oder ohne Arbeitstheilung vereinigt, erheben sie sich besonders durch letzteres Moment auf hohe Stufen der Organisation, und nehmen ganz verschiedene Formen an; sie bilden polymorphe Thierstöcke, die vor allem einen gemeinsamen alle Personen verbindenden Ernährungskanal besitzen. Uebernehmen nun einzelne Individuen, wie z. B. bei *Cordylophora*, die Fortpflanzung, so werden sie zu keulenförmigen Gebilden, entbehren der Tentakeln und des Mundes, nehmen aber einen Ast des Ernährungskanales auf und liefern nun nichts als Sperma und Eier. Oft übernehmen besondere Polypen normaler Form es vorzugsweise, solche Geschlechtsindividuen aus sich hervorknospen zu lassen. (*Hydractinia echinata, Clava squamata* u. a.).

Ein Fortschritt ist angebahnt, wenn die Geschlechtsknospen die übrigen Organsysteme nicht aufgeben, sondern im Gegentheil auf Kosten der übrigen sich zu Quallen, die aber am Polypen sitzen bleiben, entwickeln und Eier und Samen produciren. Offenbar leistungsfähiger wird die Gattung, wenn die Verbreitung nicht den winzigen im Wasser flimmernden Larven überlassen wird, sondern wenn die früher sessile Qualle sich aus dem Verband losreisst, nachdem sie sich hat von der Gesammtheit aufammen lassen und zu vollkommener Organisation gelangt ist,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nunmehr auf eigene Faust ein freies Räuberleben führt, dafür aber auch die Fortpflanzungsproducte zu liefern hat.

Ja auch diese Geschlechtsgeneration kann, wie bei Sarsien, erst durch Knospung wieder zahlreiche neue Medusen aus sich hervorgehen lassen, die nun erst die Keime liefern, aus denen die Polypenform wieder ihren Ursprung nimmt.

Dieser verwickelte Vermehrungsprocess, der als Generationswechsel bezeichnet wird, beruht also im Wesentlichen auf Arbeitstheilung.

In den erwähnten Fällen kommt der Polypengeneration hauptsächlich die Funktion der Ernährung zu, während die Quallengeneration die Fortpflanzung übernimmt. Es kommt aber auch vor, dass die letztere die Hauptarbeiten fast gänzlich an sich reisst, so dass die polypenartige Ammengeneration zu kleinen, kurzlebigen, larvenartigen Polypen herabsinkt, deren Individuen in lauter Querstücke zerfallen und so kleine Scheibenquallen liefern, die nach eingreifender Metamorphose zu hoch complicirten, alle Leistungen übernehmenden Individuen werden. Schliesslich kann die Polypenform auch ganz entbehrt werden; aus den Qualleneiern entstehen gleich wieder Quallen; die durch Theilung der Arbeit aus dem Polypen differenzirte Qualle hat jetzt sämmtliche zur Existenz nothwendigen Leistungen übernommen.

Am weitesten vorgeschritten erweist sich aber die Arbeitstheilung bei den Siphonophoren (Fig. 5), jenen prachtvollen Röhrenquallen, die vorzugsweise in wärmeren Meeren leben, wie ein schwimmender Blumenstock aussehen, dessen Theile aus glänzendem farbigen Glase gemacht zu sein scheinen. Diese Meerwunder werden als freischwimmende Polypencolonie, oft aus einer sehr grossen Anzahl Einzelindividuen bestehend, aufgefasst.

An ihnen kann man sehr deutlich die Wirkung der Arbeits-

Erklärung zu Fig. 5.

I. Eine Röhrenquallencolonie (Siphonophore) (etwa natürl. Grösse) *Agalmopsis Sarsii* Köll. *a.* Luftsäckchen. *b.* Schwimmglocken (Bewegungsindividuen nach dem Quallentypus gebaut). *c.* Nährkanal. *d.* Junge Schwimmglocken. *e.* Axe (resp. Nährkanal) der Colonie. *f.* Nährpolypen („Fresspersonen"). *g.* Fangfäden derselben mit Nesselknöpfchen (*n*). *h.* Tastpolypen (rückgebildete Fresspolypen). *i.* Deckindividuen (Schutzpersonen). *k.* Eierstöcke, generative Personen oder Geschlechtsindividuen. *l.* Hoden, generative Personen oder Geschlechtsindividuen.

II. Reifes männliches Individuum, im Wasser schwimmend gefunden. *a.* Stiel mit dem Nährkanal, der sich in 4 longitudinale Gefässe verzweigt, die oben durch ein Ringgefäss in Verbindung stehen. *b.* Samenkapsel.

III. Eine einzelne Kapsel aus einem Eierträubchen. *a.* wie bei II. *e.* Ei mit Keimbläschen.

IV. Ein Nesselorgan mit dem Anfang des Fadens aus einer Nesselkapsel *n.* Vergr. 300. (Nach Kölliker. Die Schwimmpolypen oder Siphonophoren von Messina. Leipzig 1853.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

theilung erkennen; alle nach gleichem Bauprincip construirt, nehmen sie je nach ihrem Beruf verschiedene Formen an, machen es möglich, dass der Staat nicht mehr an die Scholle gebunden ist, sondern die Freiheit erlangt.

Bei Physophora befindet sich am oberen Ende eine »wie ein verwehter Regenschirm« umgestülpte Meduse, deren Ränder verwachsen sind und die nun einen Luftsack, einen hydrostatischen Apparat darstellt. Er ist, wie Carl Vogt bemerkt, der Windbeutel, der an der Spitze der Gesellschaft steht. (Fig. 5 *a.*) Eine Anzahl weiter nach unten folgender Thiere (Fig. 5 *b.*) sind auch nach dem Medusentypus gebaut; sie übernehmen die Locomotion des ganzen Polypenstaates, indem sie unausgesetzt Pumpbewegungen machen. Sie, wie die Luftsackmeduse, haben weder Mund noch Magen, weder Tentakeln noch Randfäden; sie werden eben auf Gemeindeunkosten ernährt; ein Nährkanal (*c.*) verbindet die vielen Hundert Einzelpersonen, und alle werden von polypenartig gestalteten Fresspersonen (*f.*), die mit grossem Mund und Magen versehen sind, mit Nahrungsmaterial versorgt; um des letzteren besser habhaft zu werden, bleiben einige dieser nutritiven Personen rudimentär, sinken zu einem tasterartigen Faden herab, mit furchtbaren Nesselbatterien besetzt, aus denen zahllose mikroscopische, vergiftete Fädchen abgeschossen werden können. Diese Tastpolypen fischen unausgesetzt nach Beute im Wasser herum und lähmen mit ihren Nesselgeschossen die Thierchen, die dann zunächst den Nährpolypen zum Opfer fallen. Eine weitere Anzahl von Mitgliedern dieser wunderbaren Commune erinnern an ein zur Düte eingerolltes Papier; sie erweisen sich als rudimentäre Medusen, als Schutzindividuen, die mehrere der anderen umhüllen. (*i.*) Endlich giebt es noch generative Individuen; ebenfalls vom Quallenhabitus, zerfallen sie wieder in 2 verschiedene: die einen produciren nur Eier, die andern nur Samen. (Fig. 5. *I. k. l. II. III.*) Meist in dauernder Verbindung mit dem Stock verbleibend, lösen sie sich bei Velella, wo ein colossaler Fresspolyp, in der Mitte stehend, die ganze Gesellschaft zu ernähren hat, zur Zeit der Reife vom Mutterboden ab, eine neue Colonie zu gründen.

Alle die verschieden gestalteten Individuen arbeiten sich trefflich in die Hände; Alles greift gut in einander und wir dürfen wohl vermuthen, dass irgendwo ein Nervencentrum ist,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von dem aus wie mittelst Telegraphendrähten alles geregelt und geleitet wird. Beim Vergleich mit dem Korallenstock, der hinsichtlich des Bauplanes nicht wesentlich vom Siphonophorenstock abweicht, wo aber keine Arbeitstheilung stattfindet, werden wir nicht zögern, dem freischwimmenden Staat mit seinen polymorphen Individuen eine höhere Stellung einzuräumen und gerade der streng durchgeführten Theilung der Arbeit die Hauptrolle zur Erreichung der höheren Entwicklungsstufe zu vindiciren.*)

Dass aber auch selbst bei den durch Schmarotzerthum — welches ja in der grossen weiten Welt eine so bedeutungsvolle Rolle spielt — tiefgesunkenen Thieren in gewissem Sinn von einer Theilung der Arbeit geredet werden kann, beweist u. a. die Bandwurmkette. Zwar die Ernährungsarbeit theilen die zu einer Kette vereinigten Gliederindividuen nicht; die besorgt der unglückliche zechgeprellte Wirth. Aber der Bandwurmkopf hält mit Angelhaken und Saugnäpfen die ganze Gliederbande fest und lässt fortwährend neue Glieder aus sich hervorsprossen, während die hermaphroditisch entwickelten Glieder die Fabrikation von Milliarden Keimen besorgen, die oft auf grossen Umwegen wieder neue Köpfe geben.

Wie verhält es sich nun bei denjenigen Thieren, wo die Einzelindividuen nie mit einander zusammengehängt haben, zeitlebens getrennt leben, die Existenzarbeit zwar im grossen Ganzen für sich übernehmen und nur auf einem Gebiet zu Specialisten werden.

Es ist wiederum bezeichnend, dass dies Gebiet in erster Linie die Arbeit der Arterhaltung ist.

Es scheint der Hermaphroditismus der ursprüngliche Zustand gewesen zu sein; in fast allen Thierkreisen finden wir noch Anklänge daran; wo die sonstigen Existenzbedingungen günstig waren, konnte er sich vielleicht erhalten; wir kennen Schnecken, Würmer, Krebse u. v. a. als vollkommene Hermaphroditen, bei denen aber meist die zweierlei in Betracht kommenden Producte zu verschiedener Zeit zur Reife kommen; Theilung der Arbeit der Zeit nach!

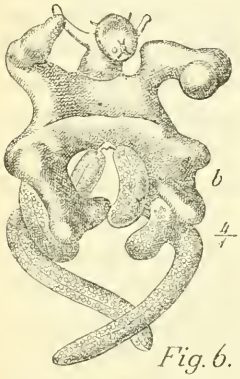
Offenbar liegt in der Trennung der Geschlechter ein Existenzvortheil und diese Arbeitstrennung hat auch hier verändernd auf

*) Englische Forscher fassen den Siphonophorenstock als ein Individuum auf und die verschiedenen Theile als Organe. Was ist aber der Unterschied zwischen Organ und Individuum?

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Thiere eingewirkt und den bekannten Geschlechtsdimorphismus zu Stande gebracht. Freilich sind bei vielen Meeresthieren u. a. beide Geschlechter äusserst ähnlich, da ja das Wasser den Transport der Befruchtungsstoffe übernehmen kann; wo aber solche kostenlose Hülfsmittel nicht zu Gebote stehen, treten oft tiefgreifende Modificationen auf.

Meist sind die Männchen kräftiger, denn sie kämpfen unter einander; sie sind beweglicher und mit schärferen Sinnen und höherer Intelligenz ausgestattet, denn sie spüren ihren Artgenossen auf; sehr oft sind sie bedeutend kleiner, denn Bewegung grosser Massen ist kostspielig; auch lebhaftere Färbung, schönere Stimme und interessante Bewaffnung u. v. a. zeichnet sie vor den Weibchen aus. Den letzteren fällt nun in der Regel die Hauptarbeit zu: Production der meist voluminösen und kostbare, schwer zu erringende Nährstoffe enthaltenden Eier und Versorgung der Brut. Sie sind demgemäss umgestaltet: meist weniger beweglich, von plumperen Formen, geringerer Intelligenz. Es würde hier zu weit führen, die zahllosen Einzelheiten auch nur einigermassen erschöpfend zu behandeln. Nur einige eclatante Fälle des sog. Geschlechtsdimorphismus seien kurz berührt. Wahrhaft ungeheuerlich sind die Verhältnisse bei einigen Rankenfüsslern und Schmarotzerkrebsen.



Schmarotzerkrebs *Diocus gobinus* Fab.
a. Männchen ungefähr 20mal vergrössert, sog. Pygmäenmännchen.
b. Weibchen 4mal vergrössert.
Man sieht die zahlreichen Eier durchschimmern.
(Nach Stienstrup u. Lütken aus Broun's Klassen u. Ordnungen V. 1. Erste Hälfte. Taf. III. Fig. 14 u. 15.)

Die Rankenfüssler sind meist Hermaphroditen; bei einigen getrenntgeschlechtlichen zeigt das Weibchen keine tiefgreifenden Veränderungen; das Männchen aber ist zur Pygmäe reducirt, zwergartig klein; ohne Mund und Verdauungskanal und ohne Cirren lebt es auf einem Weibchen zu 2 oder 3 wie Parasiten. Bei den Schmarotzerkrebsen (Fig. 6) können durch die günstigen Ernährungsbedingungen die Bewegungsfähigkeit, die Gliederung des Leibes, die Extremitäten, die Sinnesorgane der Weibchen verschwinden, alles zu Gunsten der Ovarien, die sich ganz ungeheuerlich vergrössern; der ganze Leib wird zu einem plumpen,

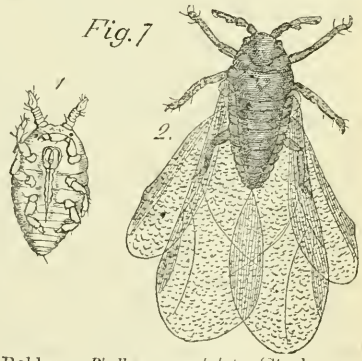
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

unbeweglichen Sack mit allerlei Aus- und Einbuchtungen und Anhängseln, in die dann Verzweigungen des Ovariums hineinwuchern. Aber ebenso lehrreich ist die Kehrseite: Die Arbeit des Männchens verhindert ein so tiefes Herabsinken; es behält die Gliederung, die Symmetrie, die Extremitäten, die Beweglichkeit, die Sinnesorgane aus leicht begreiflichen Gründen. Es muss in der Regel das Weibchen aufspüren und dann wird bei ihm nur ein kleiner Theil der Nahrung in Generationsproducte umgesetzt, da ja eine verschwindende Menge von Samen ausreicht, eine colossale Masse von Eiern zu befruchten. Hiermit steht wiederum die Kleinheit der Männchen im Zusammenhang. — Bei Chondracanthus ist das Verhältniss der Masse des Männchens zu der des Weibchens = 1 : 12500.

Dass es sich hierbei wirklich um allmählich stattgefundene Veränderungen handelt, beweist der Umstand, dass zwischen den oben skizzirten extremen Fällen Zwischenformen existiren, bei denen der modificirende Einfluss der Arbeitstheilung nicht ausgereicht hat, den Organismus auf so tiefe Stufen herabzudrücken.

Die Arbeit der Arterhaltung kann aber auch in ein und demselben Zeugungskreis auf mehrere Generationen vertheilt werden, und die oben erwähnte Fortpflanzung der Polypen und Quallen hat uns bereits Aehnliches gezeigt.

Ein prägnantes Beispiel bietet die Reblaus. (Fig. 7). Vom Frühling bis in den Sommer hinein bringt die Wurzellaus auf parthenogenetischem Weg 40—50 Junge zur Welt, die nach wenigen Tagen auf gleiche Weise fruchtbar werden; und so geht dies 6—8 Generationen hindurch weiter; es leuchtet ein, den Wurzelläusen fällt die Aufgabe zu die Art ins Ungeheure zu vermehren; diese Individuen sind auch dieser Function trefflich angepasst; sie sind klein, leicht beweglich, mit starken Fresswerkzeugen versehen, haben unvollkommene Punktaugen und leben unter der Erde an den Wurzeln; sie üben auch die verheerende Wirkung aus. Im Sommer erscheint nun auf einmal eine



Reblaus. *Phylloxera vastatrix* (Stark vergrössert)
1. Wurzellaus von der Bauchseite.
2. Geflügelte Laus.
(Nach Brehms Thierleben. II. Aufl. Bd. 9. pag. 583).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von diesen Wurzelläusen abstammende geflügelte Generation; sie ist verhältnissmässig schlanker, hat grosse Facettenaugen und ihr liegt ob, mittelst ihrer grossen Flügel, die wie Segel ausgebreitet werden, die Art weiter zu verbreiten, Flüsse, Berge, Thäler zu überschreiten, das Verderben weiter zu führen. Sie legt, wie das ihre sonstigen Functionen nicht anders erwarten lassen, nur wenige, ebenfalls unbefruchtete Eier, aber von zweierlei Grösse; aus den grossen entwickeln sich nun ächte Weibchen, aus den kleineren die Männchen.

Sonderbar — diese Geschlechtsgeneration hat weder entwickelte Fresswerkzeuge noch Verdauungsorgane; dafür aber einen sehr ausgebildeten Generationsapparat; sie haben auch nichts weiter zu thun als Blutsvermischung, Kreuzung zu vermitteln, die verderblichen Folgen der Inzucht zu eliminiren; das Weibchen legt nur ein einziges aber befruchtetes Ei, welches als sogen. »Winterei« die kalte Jahreszeit überdauert und im Frühjahr wieder die Wurzellaus liefert.

Bei den Insecten, bei denen ja überhaupt alles vorzugsweise auf colossale Vermehrung zugespitzt ist — und die sich in manchen Fällen gerade dadurch im Existenzkampf die Wage halten — treffen wir noch mehr derlei Verhältnisse. So hat bei gewissen Gallmücken (*Miastor*) z. B. das ausgebildete Insect nur ganz wenige Eier zu legen; die Multiplikation besorgt dann schon die Larve, denn in ihrem Körper entstehen mehrere Larven, die die inneren Weichtheile des Mutterthieres aufzehren, auswachsen, herauskriechen und auf gleiche Weise neue Larven erzeugen. Die Zahl nimmt also in geometrischem Verhältniss zu, bis endlich wieder Puppen und ausgebildete Thiere erscheinen. —

Das Höchste aber, was durch Arbeitstheilung und Arbeitsvereinigung auf dem Gebiet der Thierwelt erreicht wird, treffen wir bei jenen wunderbaren staatenbildenden Insecten, den Termiten, Bienen, Wespen und Ameisen: Hier erzeugen die Arbeitsindividuen durch Ueberproduction sogar in gewissem Sinne Güter, die uns als kunstvolle Bauten, als gefüllte Vorrathsmagazine, als Strassen und Minen entgegen treten und deren Erzeugung meist auf Grundlage der Feldarbeit, Halten von Weidevieh, Sclaverei u. a. ermöglicht wird, vor allem aber auf strenger Arbeitstheilung, dergestalt, dass nur ganz wenige Individuen die Production der Eier und des Spermas übernehmen, alles andere aber von Arbeits-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

thieren, von unentwickelten, sitzengebliebenen Weibchen besorgt wird. Keines der Individuen vermag sich selbst allein zu erhalten und die Art fortzupflanzen; alle sind streng auf einander angewiesen und arbeiten unbewusst auf ein bestimmtes Ziel los, — das der Arterhaltung. Hier gilt keineswegs das Dogma des Egoismus: das Ganze gedeiht am besten, wenn nur jeder Einzelne für sich allein sorgt.

Lassen wir in grossen Zügen einige der interessanteren Verhältnisse dieser social lebenden Thiere an unserem Blick vorüberziehen:

Im Bienenstaat übernimmt ein einziges Individuum ausschliesslich das Eierlegen; es ist die Königin; sie ist dazu trefflich ausgestattet; die grossen Ovarien können bis zu 60 000 Eier bergen und in guter Jahreszeit kann sie 3000 Eier an einem Tage legen; damit steht in Zusammenhang ihr vermindertes Flugvermögen, ihr stets vorhandener kräftiger Appetit und ein grosses *Receptaculum seminis.* Eine der Gesammtheit nachtheilige Ueberproduction zeigt sich in der Zahl der Männchen, die nur verständlich erscheint hinsichtlich der Auswahl des kräftigsten zur Fortpflanzung; im August, wo hiervon keine Rede mehr ist, werden sie daher von den Arbeitern getödtet. Die Grundlage des ganzen Bienenstaates aber sind die Arbeiter, die bei der Arbeitstheilung schlecht weggekommen sind. Kleine gedrungene Geschöpfe mit verkümmerten Ovarien, aber mit Sammelapparaten, ausgebildeten Mundtheilen, die sowohl zum Lecken, als auch zum Saugen und Beissen trefflich eingerichtet erscheinen, entwickeln sie eine fabelhafte Vielseitigkeit und oft eine erstaunliche Urtheilsfähigkeit, die man durchaus nicht mit dem Wort Instinkt erklären kann.

Von früh bis spät tragen die älteren Arbeiter Wasser, Harz, Honig und Blütenstaub ein, während die jüngeren vorzugsweise die Brutpflege übernehmen. Beim Wabenbau verfahren sie arbeitstheilend, indem einzelne das Wachs kneten, kauen, mit Speichel vermischen, aufmauern, verrichten andere Handlangerdienste; stets ist die Königin von Arbeitern umgeben, die bereit sind, ihr das Beste aus dem eignen Leib heraus zu würgen, oder neben das Ei etwas Futterbrei zu legen, während zahlreiche andere mit Reinigen und Ordnen der Zellen, Füttern der Brut u. v. a. alle Hände voll zu thun haben.

So stellt also der Bienenstaat, oder »der Bien« eine physiologische Einheit dar mit streng geschiedenen Bevölkerungsschichten;

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Kastenwesen, Specialistenthum, Partikularismus haben sich entwickelt und stehen in vollster Blüte. Wir können einzelne Stadien dieses Entwicklungsprozesses noch nachweisen, wenn auch nur mittelst Indicienbeweises. So ähnelt die Königin im Bau ihrer Mundtheile etc. sehr den Arbeitern. Wer weiss, ob sie früher nicht mit auf das Feld musste, harte Arbeit zu verrichten, zu einer Zeit, als der Arbeiterstand noch nicht vorhanden war. So ist es ja auch noch bei vielen Hummeln und Wespen u. a., wo das überwinterte Weibchen anfangs alle Arbeit übernehmen muss, bis die aufgezogene Brut helfen kann. Und bei *Pollistes gallica*, jener bei uns häufigen Papierwespe ist in der That der Arbeiterstand überhaupt noch nicht entwickelt: denn die allein überwinterte Königin muss anfangs harte Maurer- und Feldarbeit neben der Kinderpflege übernehmen; natürlich, dass unter diesen Umständen die entstehenden jungen Weibchen wegen Futtermangel kleiner bleiben; kaum ausgeschlüpft, helfen sie eifrig mit arbeiten, legen aber auch Eier; nach Siebold sind diese unbefruchtet und liefern nur Männchen.

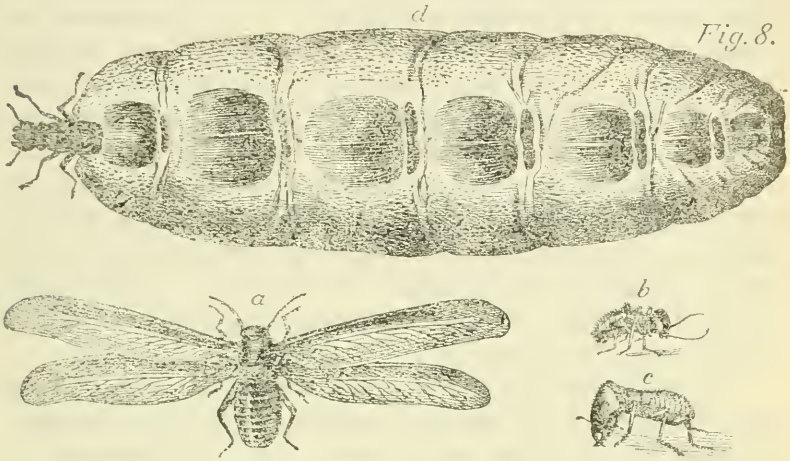
Zwar nicht so kunstvoll, aber durch ihre Ausdehnung merkwürdig sind die Collectivbildungen der Termiten, jene wunderbaren und kolossalen Bauten aus Thon, Excrementen u. a., die oft wie Negerdörfer aussehen, mit Burgen und Thürmen versehen sein können und im Innern Gänge, Laufgräben, Kessel, Keller, Vorrathskammern, Wochenstuben u. a. enthalten.

Auch hier treffen wir die drei Individuenformen wieder (Fig. 8); unten im Bau sitzt in ihrem Thronsaal die riesige Königin, die in ihrer Jugendzeit zwar schlank und geflügelt war, jetzt aber zu einem ungeschlachten Eiersack mit 80 000 Eiern herabgesunken ist, der an einem Ende noch deutlich das Köpfchen und die kleine Brust erkennen lässt; auch hier fällt den Arbeitern, die nach Lupès theils verkümmerte Männchen theils ebensolche Weibchen sind, die Hauptarbeit zu. Höchst bemerkenswerth ist aber eine weitere Arbeiterform, die sog. Soldaten; ungeflügelt, mit ungeheurem Kopf versehen, der weniger auf grosse Intelligenz als auf gehörige Beisskraft schliessen lässt, scheinen sie die Vertheidigung zu übernehmen, denn sie erscheinen mit drohend erhobenen Fresszangen, wenn ein Eindringling sich bemerkbar macht.

Am complicirtesten gestalten sich die socialen Verhältnisse bei den Ameisen. Hier ist, mit Ausnahme der Bruterzeugung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und der Jungenversorgung, die Arbeitstheilung nicht so in strengen Grenzen durchgeführt; der Einzelne erscheint freier; das mag mit dem Leben auf der Erde zusammenhängen, welches eine grössere



a. Männchen der „schrecklichen Termite" (*Termes dirus*).
b. Arbeiter.
c. Soldat.
d. Weibchen von *Termes regina*. Alle Figuren natürliche Grösse.
(Nach Brehm's Thierleben. II. Aufl. Bd. 9. pag. 531.

Vielseitigkeit erheischt; der Einzelne macht als Fussgänger intensivere Erfahrungen, kommt leichter in gar mancherlei Gefahren, denen er auszuweichen hat; hierdurch wird eben die Urtheilskraft gestärkt, und die immerhin etwas einseitigen Arbeiten der Biene suchen wir bei den Ameisen vergebens; im Gegentheil: eine bewundernswerthe Vielseitigkeit tritt uns entgegen.

So steht noch auf dem Stadium der Räuberhorde die westafrikanische Treiberameise (*Anomma arcens*); sie säen nicht, sie ernten nicht, sie sammeln nicht und bauen nicht; aber frech durch ihre Ueberzahl fallen sie auf ihren nächtlichen Beutezügen über Ratten, Mäuse, Eidechsen etc. her.

Die meisten Ameisen sind zur Staatenbildung mit Arbeitstheilung vorgeschritten; eine geringe Anzahl von Männchen und Weibchen lässt sich von den Arbeitern ernähren und liefert dafür die Brut, deren mühevolle Pflege auch den Arbeitern überlassen bleibt. Auch hier ist bei vielen Gattungen eine vierte Form, die Soldaten, nachgewiesen. Die geflügelten Männchen und Weibchen haben nach dem Ausschlüpfen den Hang, den Staat zu verlassen und neue Colonien zu gründen; die ungeflügelten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Arbeiter suchen sie aber festzuhalten, kneipen ihnen die Flügel ab, lecken und füttern sie und bald beginnt das Eierlegen und bei der nächsten Volkszählung ist eine bedeutende Zunahme zu constatieren. Aber welche Arbeitslast für die verkümmerten Weibchen! Die frisch gelegten Eier müssen geleckt und geborgen werden; wenn es heiss ist, kommen sie in die oberen Stockwerke; schlüpfen die zahlreichen Larven aus so haben sie zwei sehr hervorstechende Eigenthümlichkeiten: absolute Hülflosigkeit und eine enorme Fresslust; sind sie endlich durch die Mühe der Arbeiter so weit gemästet, dass sie in das Puppenstadium eintreten können, so hört damit die Last nicht auf; denn jetzt gilt es, die Puppe in die Sonne zu schleppen, was durchaus keine Kleinigkeit für die Kindsmägde ist, denn ein solcher Puppensack ist grösser wie das reife Thier selbst.

Haben endlich die Arbeiter der reifen Ameise im Puppengespinnst durch Aufkneipen des letztern die Freiheit verschafft, so können sie von Glück sagen, wenn es eine Arbeiterameise ist, die nun die Lasten des Lebens tragen hilft und sie nicht auch noch vermehrt. Kein Wunder, dass bei diesen Riesenleistungen — und man bedenke, alles geht zu Fuss vor sich — sich höchst bemerkenswerthe Gewohnheiten der Ameisen entwickelt haben, die ihnen die Last erleichtern.

Wie beim Menschen so erzeugt auch hier Schwierigkeit im Existenzkampf höhere Intelligenz.

Mit erstaunlichem Eifer und mit vereinten Kräften werden Obst- und Fleischstücke, Thierleichen etc. in den Bau gezerrt; eine fette Insectenlarve, die hundert mal herunterrollt wird eben so oft wieder heraufgezogen; ein förmlicher Weideviehstand hat sich entwickelt: auf den benachbarten Bäumen und Sträuchern etc. weiden die Blattläuse; eingebohrt mit ihrem Schnabel saugen sie den Pflanzensaft; auf besondern Strassen und Wegen ziehen die Arbeiter der benachbarten Ameisenstadt in hellen Haufen zu ihnen herauf, sie zu melken, d. h. sie mit ihren Fühlern zu kitzeln, bis aus den Honigtrompeten am Hinterleib der Blattläuse ein Tröpfchen Zuckersaft — und wie es scheint gern und willig — abgegeben wird, welchen die Ameise begierig aufleckt. Auch Stallfütterung ist beobachtet; eine Blattlausheerde wird mit Erde ummauert, wird gemolken, ja sogar die Kinder werden zu ihnen gleichsam auf den Milchhof geschleppt. Wieder andere (*Lasius*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

flavus) sammeln im Herbst die Blattlauseier, lassen sie im Bau überwintern und bringen die ausgeschlüpften Jungen im Frühjahr wieder auf die Weide. Also Freibeuterei, Weidevieh, Stallfütterung, Thierzüchterei — da ist nicht mehr viel zu wundern, dass *Myrmica mollificans* (Texas) zum Ackerbau, der Grundlage aller Cultur vorgeschritten ist; rings um das Nest in 3—4 Fuss Entfernung wird der Boden geplättet, alles Grüne vertilgt mit Ausnahme eines korntragenden Grases, welches nun in Folge der gründlichen Ausjähtung des Unkrautes bald üppig gedeiht. Nach der Reife werden die Körner geerntet, der Spreu entledigt und in Vorrathskammern aufgespeichert; war Nässe eingetreten und ist mithin Gefahr des Keimens vorhanden, so werden die Körner in die Sonne geschleppt und getrocknet.

Eine sehr eigenthümliche Function haben einzelne Arbeiter bei der mexikanischen *Formica melligera* übernommen.

Auf ihren nächtlichen Zügen saugen sie sich auf Eichengallen so voll mit Honig, dass sie die Grösse einer Erbse erreichen, kaum nach Hause können und nun sich träge an die Decke des Baues hängen als lebendige Vorrathstöpfe im wahren Sinne des Wortes; denn sie sind stets bereit den hungernden Schwestern und Brüdern den Honig auszuwürgen.

Dass sich in sehr vielen Ameisenstaaten eine besondere Wehrkaste, die Soldaten, entwickeln konnten, lässt auf erbitterten Kampf ums Dasein schliessen; die Soldaten stellen eine modificirte Arbeiterform dar, die nur bei der Vertheidigung und beim Sclavenraub thätig ist. Der merkwürdige Instinct Sclaven zu machen, der nur bei Ameisen beobachtet ist, ist eine sehr schwierig zu erklärende aber gut verbürgte Thatsache; das Wesentliche dabei ist, dass Arbeiter einer ganz andern Gattung in einem Ameisenstaat in gleicher Weise thätig sind, wie in Staaten ihrer eigenen Gattung. Man kann offenbar hier nur in sehr zweifelhaftem Sinne von einer Arbeitstheilung reden, besonders wenn es so weit kommt, wie bei der südeuropäischen Amazonenameise (*Polyergus rufescens*), die durch die schändliche Sclavenmacherei in so hohem Grade arbeitsscheu geworden ist, dass sie gar nicht mehr arbeiten, ja nicht einmal mehr Futter suchen kann und verhungern müsste, würde sie nicht von ihren Sclaven (zu *Formica fusca* und *cunicularia* gehörig) gefüttert, die alle Arbeiten willig verrichten, offenbar in der Meinung, sie seien bei sich zu Hause. Meist

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

werden Puppen geraubt; so ziehen brasilianische Ameisen (*Eciton*) in hellen Haufen auf Sclavenraub; am Bau des Feindes angelangt, graben sie Minen, wobei die einen die Erde aufkratzen, während die andern Handlangerdienste verrichten. Endlich fallen sie in Wuth über die Thiere her, ergreifen Arbeiterpuppen und machen sich davon; sonderbar ist, dass die Sclaven bei der Räuberei mitthun; sie schliessen sich dem Raubzug an und helfen Angehörige der eignen Art zu Sclaven machen.

Dass es sich hier nicht um unabänderliche Verhältnisse handelt, geht daraus hervor, dass bei *Formica sanguinea* in der Schweiz Herren und Sclaven am Nestbaumaterial, an der Herbeischaffung der Nahrung und an der Brutpflege gleichmässig arbeiten, während in England die Sclaven gar nicht das Nest verlassen, sondern nur Hausarbeit verrichten*).

Kommen wir zum Schluss:

Wir haben die Wirkung der Arbeitstheilung in Verbindung mit Anpassung und Vererbung und unter sehr hervorragender Mitwirkung des Daseinskampfes flüchtig von der Zelle bis zum Ameisenstaat verfolgt. Die Arbeitstheilung der Zellen, der Organe und Organsysteme, der verbundenen und getrennten Individuen und Generationen bewirkt, sofern nicht Schmarotzerthum in's Spiel kommt, das in der Regel in schmähliche Abhängigkeit bringt, — einen Fortschritt in der Organisation. Je weitergehend die Arbeitstheilung, und je strenger das Kastenwesen, desto ausgebildeter das Virtuosen- und Specialistenthum, dessen Leistungsfähigkeit mit den Schwierigkeiten des Daseinskampfes wächst, und die Collectivleistung der Zellen, der Organe, der Individuen und Staaten wird auf erstaunliche Weise gesteigert, Hand in Hand gehend mit weiter schreitender Complication des Bauplans. Immer höhere physiologische Einheiten bis zum Bienen- und Ameisenstaat herauf konnten sich entwickeln.

Es liegt nahe, die hier erörterten Factoren nun auch auf das menschliche Gebiet zu übertragen, das Völkerleben, die Staatenbildung, die ganze Cultur u. s. w. einfach unter den gleichen Gesichtspunkt zu bringen. Hier sind ja gerade die so ungemein fruchtbaren Begriffe: Arbeitstheilung, Anpassung, Kampf um's Dasein aufgestellt worden.

---

*) Vergl. Darwin, Entstehung der Arten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wenn auch ohne Weiteres eingeräumt werden muss, dass, da die Kräfte und Gesetze der Natur allgemein-gültig sind, wir auch ähnliche Verhältnisse im Menschenleben wie im Thier- und Pflanzenreich antreffen, dass »wir nach grossen, ehrnen, allgemeinen Gesetzen alle unseres Daseins Kreise vollenden müssen« — so muss doch auf das nachdrücklichste hervorgehoben werden, dass auf dem Gebiet des Menschenlebens Prozesse stattfinden, die etwas so fundamental vom Thierischen Verschiedenes darstellen, dass ein Vergleich des Menschenstaates mit analogen Dingen im Gebiet der Thierwelt nur innerhalb sehr beschränkter Grenzen berechtigt erscheint.

Worauf spitzt sich denn die ganze Arbeitstheilung mit allen ihren Folgen im Thierreich — im Einzelindividuum, im Polypenstock, im Ameisen- und Bienenstaat — in letzter Instanz zu? Es ist der nackte Existenzkampf und die Sorge für die Nachkommenschaft.

Die menschliche Gesellschaft kann nun offenbar durchaus nicht als »zoologische Gemeinschaft« aufgefasst werden. Dies zu thun — hat, wie Schäffle bemerkt, auch der kühnste Zoologe nicht gewagt. Die collective und die individuelle Geistesarbeit, das Gemüthsleben u. v. a. sind denn doch zu grossartige Erscheinungen, als dass wir uns so ohne Weiteres unterfangen dürften, diese einfach als Resultate der Arbeitstheilung, Anpassung, Vererbung u. dergl. hinzustellen. Wir können mit Schäffle behaupten: »Mit der menschlichen Civilisation beginnt ein drittes Reich der Erscheinungswelt«. Sprache, Schrift, Recht, Moral, Kunst und Wissenschaft u. a. sind allerdings Collectiverzeugnisse, wobei Arbeitstheilung und Differenzirung eine grosse Rolle mitspielen; mag auch die menschliche Gesellschaft »ein Machtproduct des Daseinskampfes« genannt werden und »der höhere Idealismus sich nur aus einer gewissen funkenschlagenden Härte jenes Kampfes herausarbeiten«, so steht doch über alle Zweifel fest: die unvertilgbaren, idealen Güter erheben den Menschen in seiner edlen Erscheinungsform himmelweit über die Thierwelt hinaus.

»Du führst die Reihen der Lebendigen
Vor mir vorbei, und lehrst mich meine Brüder
Im stillen Busch, in Luft und Wasser kennen.
Dann führst Du mich zur sichern Höhle, zeigst
Mich dann mir selbst, und meiner eignen Brust
Geheime tiefe Wunder öffnen sich«.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Literatur.

Haeckel, E., Generelle Morphologie. Berlin 1866.
Graber, V., Die Insekten, Naturkräfte. Bd. 22. München 1877.
Darwin, Ch., Entstehung der Arten.
Leuckart, R., Ueber den Polymorphismus der Individuen oder die Erscheinung der Arbeitstheilung in der Natur. Giessen 1851.
Milnue-Edwards, Introduction à la Zoologie générale. Paris 1851.
Virchow, R., Vier Reden über Leben und Kranksein. Berlin 1862.
Haeckel, E., Ueber Arbeitstheilung in Natur- und Menschenleben. Samml. gemeinverständl. wissensch. Vortr. von Virchow und Holtzendorff. IV. Serie. Heft 78.
Pagenstecher, A., Allgemeine Zoologie. Bd. I. Berlin 1875.
Claus, C., Grundzüge der Zoologie. Bd I. u. II. Marburg 1882.
Schäffle. Bau und Leben des socialen Körpers. II. Aufl.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: 1882

Autor(en)/Author(s): Reichenbach Heinrich Gottlieb Ludwig

Artikel/Article: Ueber Vervollkommnung durch Arbeitstheilung im Thierreich 59-88