

Einleitung.

Alle lebenden Wesen, die unsere Erde bewohnen, pflegt man dem Tier- oder dem Pflanzenreiche einzureihen; in Wirklichkeit lassen sich aber Tiere und Pflanzen erst dann sicher unterscheiden, wenn sie eine höhere Organisation aufweisen. Bei sehr einfach gebauten Wesen verwischen sich die Unterschiede und es ist demgemäß schwer, eine scharfe Grenze zwischen den Gebieten der Zoologie und der Botanik zu ziehen. Da die Lebensvorgänge im Tier- und Pflanzenreich an dieselbe Grundsubstanz, das Protoplasma, gebunden sind, so kann das nicht anders sein. Mit steigender Höhe der Organisation wächst die Summe der spezifischen Merkmale; die tierischen oder pflanzlichen Eigenschaften prägen sich dementsprechend aus. Doch muß uns gegenwärtig bleiben, daß die übliche Unterscheidung von Tieren und Pflanzen zunächst nur eine begriffliche ist. Sie stützt sich auf bestimmte Übereinstimmungen, die uns unter den lebenden Wesen besonders auffallen. Eine tatsächliche Grundlage würde dieser Begriff erst gewinnen, wenn sich nachweisen ließe, daß alle jene Wesen, die wir Tiere nennen, genetisch zusammenhängen und daß eine ähnliche Beziehung unter den Pflanzen besteht. Diesen Nachweis könnte nur die Deszendenzlehre erbringen.

Die Paläontologie lehrt uns, auf tierische und pflanzliche Versteinerungen und Abdrücke früherer Erdperioden gestützt, daß einst andere Wesen als gegenwärtig unseren Erdball bewohnten. Das legt den Schluß nahe, daß die jetzt lebenden Wesen aus jenen älteren durch allmähliche Veränderung hervorgegangen seien. Diese Annahme führt aber zu der weiteren Folgerung, daß Wesen von nahe übereinstimmendem Bau, etwa solche, die wir als Arten in einer Gattung vereinigen, wirklich miteinander verwandt sind, und sie läßt es wahrscheinlich erscheinen, daß auch die Vereinigung übereinstimmender Gattungen zu einer Familie, beziehungsweise von Familien zu einer noch höheren Einheit, verwandtschaftliche Beziehungen zum Ausdruck bringt.

Den mutmaßlichen Ursprung jetzt lebender Wesen aus früher bestehenden hat ERNST HAECKEL⁽¹⁾ ihre phylogenetische Entwicklung, oder Phylogenie genannt; die Entwicklung, welche jedes der jetzt lebenden Wesen durchmacht, um den fertigen Zustand zu erreichen, seine ontogenetische Entwicklung oder Ontogenie. Auf Grund vergleichender Untersuchungen gelangte zuerst FRITZ MÜLLER⁽²⁾ zu der Annahme, daß die Aufeinanderfolge der Zustände in der ontogenetischen Entwicklung der Aufeinanderfolge ihres Auftretens in der phylogenetischen entspreche, daß die Ontogenie somit eine mehr oder weniger vollständige Wiederholung der Phylogenie sei.

Die Vorstellung, daß die Welt der höher organisierten Wesen sich langsam aus einfacher gestalteten entwickelt habe, reicht bis auf die griechische Philosophie zurück; eine wissenschaftliche Begründung erhielt sie erst in dem letzten Jahrhundert. Im besonderen waren es die Werke von CHARLES DARWIN⁽³⁾, welche die großen Probleme der organischen Entwicklung wieder in Fluß brachten und durch Häufung des Beweismaterials den Glauben an die Unveränderlichkeit der Arten endgültig erschütterten.

CHARLES DARWIN ist der Schöpfer der Selektionstheorie. Er ging von der Variabilität der lebenden Wesen aus, von der Tatsache, daß die Kinder eines Elternpaares weder diesem, noch einander völlig gleichen. Er verwertete für seine Theorie die bestehende Überproduktion der Keime, die zu einer Zerstörung der meisten von ihnen führen muß. Denn die einfachste Berechnung lehrt, daß, wenn alle Keime zur Entfaltung kämen, schon die von einem einzigen Elternpaar erzeugten nach einer begrenzten Anzahl von Generationen den Erdball füllen würden. Da weniger Platz vorhanden ist, als Bewerber um ihn, so bestehe ein ununterbrochener Kampf unter den einzelnen Individuen, in welchem jene siegen, die gegen die andern im Vorteil sind: daher die Annahme eines „Kampfes ums Dasein“ unter den Organismen. Dieser Kampf sei ein züchtendes Prinzip, das unter den durch individuelle Variabilität neu auftretenden Eigenschaften eine Auswahl treffe und solchen die Erhaltung sichere, die sich unter den gegebenen Bedingungen als besonders vorteilhaft erweisen. So kam CHARLES DARWIN zu der Vorstellung einer „natürlichen Zuchtwahl“, welche den Kern seiner Theorie bildet. Neu auftretende Eigenschaften müssen aber erblich sein, sollen sie zu dauernden Merkmalen kommender Generationen werden. Ihre Erblichkeit sucht CHARLES DARWIN durch die Erfahrungen bei der künstlichen Züchtung zu stützen. Der Züchter geht zielbewußt zu Werke und wählt solche Individuen zur Nachzucht aus, welche die ihm erwünschten Eigenschaften aufweisen. So züchtete er die Haustierte und Kulturpflanzen, welche jetzt den Menschen umgeben. Vielfach weichen solche gezüchteten Wesen von ihren wilden Ursprungsformen so bedeutend ab, daß es kaum mehr gelingt, letztere zu ermitteln. In gleicher Weise wie die künstliche Zuchtwahl, jedoch unbewußt, soll die natürliche wirken und durch fortgesetzte Auswahl individueller Eigenschaften, welche vererbt und daher den früheren hinzugefügt werden, neue Gestalten schaffen, die von der Ursprungsform schließlich bedeutend abweichen. Die dauernde Auswahl der vorteilhaftesten Abweichungen müsse aber zur Ausbildung solcher Arten führen, welche den gegebenen Bedingungen in hohem Maße angepaßt seien. So sucht die Selektionstheorie aus natürlichen Ursachen die Zweckmäßigkeit abzuleiten, die uns im Bau und in den Verrichtungen der lebenden Wesen auffällt. Daß Übergangsformen, wie sie die phylogenetische Entstehung fordert, zwischen den Arten meist fehlen, sucht die Selektionstheorie aus dem Wettbewerb zu erklären, der am stärksten sein muß unter Wesen, die einander am meisten gleichen. Denn solche Wesen haben übereinstimmende Bedürfnisse. Besser ausgerüstete neue Formen müssen daher ihrer Ursprungsform bald die Existenzbedingungen rauben und ihre Vernichtung veranlassen.

Seit dem Erscheinen der DARWINschen Werke waren zahlreiche Forscher bemüht, die phylogenetischen Probleme weiter zu klären und zu fördern. Zunächst wurde man sich der Schwierigkeiten bewußt, welche der Übertragung der künstlichen Zuchtwahl auf die freie Natur entgegenstehen. Denn die Hauptbedingung des Erfolges bei der künstlichen Zuchtwahl ist die Isolierung der zu paarenden Wesen und diese wird unter natürlichen

Verhältnissen nicht erfüllt. — Neuerdings hat HUGO DE VRIES begonnen, planmäßige Kulturen entsprechend ausgewählter Pflanzen auszuführen, um Einblick in die Gesetze der phylogenetischen Entwicklung zu gewinnen. Aus solchen Kulturen wurde gefolgert⁽⁴⁾, daß es nicht die „fluktuierende Variation“ sei, der jede Art fortdauernd unterworfen ist, die den Ausgangspunkt neuer Arten bilde, daß die allmähliche Veränderung der Art vielmehr auf stärkeren Abweichungen beruhe, die unvermittelt sich einstellen. Solche als „Mutationen“ bezeichneten Abweichungen zeichne ein besonders hoher Grad von Vererbbarkeit aus. Dem entgegen wird von anderer Seite geltend gemacht, daß eine scharfe Grenze zwischen der fluktuierenden Variation und der Mutation sich nicht ziehen lasse. — Namhafte Forscher neigten dazu, eine von jeder Züchtung unabhängige, fortschreitende Entwicklung der organischen Welt anzunehmen, sie auf ursprüngliche, der lebendigen Substanz innewohnende Fähigkeiten zurückzuführen. Einem solchen Entwicklungsgang sollen die großen Abteilungen des Tier- und Pflanzenreichs, die „Architypen“, ihre Entstehung verdanken⁽⁵⁾. Durch „unmittelbare Bewirkung“ zwingt auch, so ist anderweitig angenommen worden, die Außenwelt bestimmte Formgestaltung den Organismen auf. Dadurch kämen die auffallenden äußeren Ähnlichkeiten zustande, welche oft Wesen auszeichnen, die unter übereinstimmenden Bedingungen leben, selbst wenn sie verschiedenen Architypen angehören⁽⁶⁾. Die natürliche Zuchtwahl greife aber in diese Vorgänge dauernd ein, indem sie die unvorteilhaften oder weniger nützlichen Abweichungen beseitige und so die Scheidung der Arten vor allem bewirke.

Sind die höher organisierten Wesen aus niederen hervorgegangen, so schließt dieser Ursprung eine scharfe Grenze zwischen dem Tier- und dem Pflanzenreich aus. Denn die besonderen tierischen oder pflanzlichen Merkmale waren zu Beginn nicht vorhanden und stellten sich erst im Laufe der Zeit ein. Die einfachsten Wesen, welche jetzt bestehen, sind allem Anschein nach jenen ähnlich, die an den Ausgangspunkten der Entwicklung standen. Für die Ausprägung der spezifischen pflanzlichen Merkmale wurden besonders maßgebend: die Hüllen, mit welchen die Zellen in dieser Entwicklungsreihe sich umgeben hatten, und die grünen Farbkörper, welche sie im Innern führten. Durch das Einschließen der lebendigen Substanz dieser Elementarorgane in feste Hüllen wurde ihr Zusammenwirken erschwert und damit die Leistungsfähigkeit der Pflanze im Verhältnis zum Tier begrenzt. Der grüne Farbstoff befähigte andererseits die Pflanze aus bestimmten Bestandteilen der Luft, des Wassers und der Bodensalze Nährstoffe herzustellen und damit zum selbständigen Leben, während das Tier in seiner Ernährung, unmittelbar oder mittelbar, auf die Pflanze angewiesen blieb, in seinem Bestehen von ihr somit abhängig wurde. Aus dem Bau der Pflanze und aus der Art ihrer Ernährung lassen sich fast alle sonstigen Unterschiede ableiten, nach welchen ausgeprägte Pflanzen und Tiere sich voneinander trennen lassen. Als für solche Pflanzen bezeichnend kann außerdem ihre ontogenetische Entwicklung gelten, die nicht abgeschlossen wird, vielmehr längere Zeit an den Vegetationspunkten fort-dauert, die dadurch befähigt sind, neue Teile anzulegen. Daß aber kein Kriterium für sich ausreicht, um die Unterscheidung einer Pflanze von einem Tier zu ermöglichen, das lehrt uns beispielsweise die ganze Abteilung der Pilze, die des grünen Farbstoffes entbehren und daher in ihrer Ernährung, ebenso wie die Tiere, auf Stoffe angewiesen sind, die von grünen Pflanzen erzeugt wurden. — An der Grenze der beiden Reiche, wo alle Unterschiede sich verwischen, können schließlich nur noch phylogenetische Erwägungen als Richtschnur dienen. Ist der phylogenetische Zusammenhang bestimmter

Wesen mit Pflanzen wahrscheinlicher, so werden sie dem Pflanzenreich, im entgegengesetzten Falle dem Tierreich angeschlossen.

Die lebenden Wesen bilden somit ein einziges zusammenhängendes Reich, dessen niederste Vertreter nur künstlich in Tiere und Pflanzen geschieden werden können. Dagegen scheint es zunächst eine leichte Aufgabe zu sein, das Reich der lebenden Wesen gegen jenes der leblosen Körper abzugrenzen. In der Tat treten uns alle lebenden Wesen mit einer bestimmten Eigenschaft entgegen, welche den leblosen Körpern fehlt und die wir als Reizbarkeit bezeichnen. Sie äußert sich darin, daß äußere oder innere Anstöße im lebenden Organismus als Auslösungen wirken und ihn zu Tätigkeiten veranlassen, die er mit Mitteln, über die er verfügt oder die er sich zu beschaffen vermag, in einer durch seinen Bau bedingten und seinen Bedürfnissen entsprechenden Weise ausführt. Auch in den kleinsten und einfachsten Organismen, die wir kennen, beruhen die Lebensvorgänge auf derartigen Reizerscheinungen. Daher liegt der Schluß nahe, daß auch diese Organismen nicht die einfachsten Lebewesen darstellen. Vielmehr müßten letztere mit wesentlich einfacheren Eigenschaften ausgestattet sein, die ihren Anschluß an die leblosen Körper gestatten. Denn für die Substanz, die den Ausgangspunkt der organischen Entwicklung bildete, ist ein anorganischer Ursprung anzunehmen. Alle jetzt lebenden Wesen gehen aber, soweit unsere Erfahrung reicht, aus ihresgleichen hervor. Für alle Gebiete, über die unsere Forschung sich erstreckt, erscheint die „Generatio spontanea“, d. h. Urzeugung, ausgeschlossen. Im Altertum war die Vorstellung weit verbreitet, daß sogar hochorganisierte Pflanzen und Tiere aus Schlamm und Sand entstehen könnten; diese Anschauung wurde selbst von ARISTOTELES geteilt. In dem Maße, als sich die Kenntnis von der Entwicklung lebender Wesen erweiterte, wich die Grenze für die Generatio spontanea immer mehr zurück. Die Urzeugung wurde auf die Eingeweidewürmer beschränkt, deren Auftreten im Innern anderer Wesen man sich anders nicht vorzustellen wußte, und auf mikroskopisch kleine Organismen, deren Entstehung sich der Kontrolle entzog. Doch auch für alle diese Wesen hat die fortschreitende Forschung die Generatio spontanea beseitigt. Man lernte die Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer kennen, man stellte fest, daß die Keime der kleinsten Organismen in Luft und Wasser verbreitet sind und allen Gegenständen anhaften. Auf letzterem Gebiete haben SCHWANN und PASTEUR bahnbrechend gewirkt; sie zeigten, daß man das Auftreten niederer Organismen an allen Orten, an denen man sie vorzufinden pflegt, durch Zerstörung der vorhandenen Keime und Abschluß gegen neue, verhindern kann. Daß man heute in so ausgedehnter Weise Nahrungsmittel zu konservieren weiß, dankt man nicht zum geringsten jenen auf die Erforschung der Generatio spontanea gerichteten Bestrebungen. Man zerstört zunächst durch hinreichend hohe Temperaturen die den Nahrungsmitteln beigemengten Keime und sorgt dann durch entsprechenden Abschluß dafür, daß neue Keime nicht hinzutreten. Ohne solche Keime bleibt aber die Zersetzung der aufbewahrten Nahrungsmittel aus, weil sie durch die Lebensvorgänge der niederen Organismen bedingt wird.

Alle lebenden Wesen, die wir kennen, gehen somit aus anderen lebenden Wesen hervor; andererseits findet die Vorstellung, daß die lebendige Substanz aus lebloser abzuleiten sei, eine wichtige Stütze in den Erfahrungen der Chemie. Noch in den ersten Dezennien des vorigen Jahrhunderts hat man die Gebiete der anorganischen und organischen Chemie streng voneinander geschieden und man nahm an, daß die in der organischen Chemie behandelten Substanzen nur durch die Lebensvorgänge der Organismen

erzeugt werden könnten. Die Gesetze, welche die anorganische Chemie beherrschen, schienen für die Körper der organischen Chemie keine Geltung zu haben, ihre Bildung vielmehr von einer besonderen Kraft, der „Lebenskraft“, abzuhängen. Da stellte im Jahre 1828 WÖHLER aus cyansaurem Ammoniak Harnstoff dar und hatte damit zum ersten Mal eine organische Verbindung aus anorganischer Substanz erzeugt. Im Jahre 1845 erfolgte durch KOLBE die vollständige Synthese der Trichloressigsäure, in den fünfziger Jahren durch BERTHELOT diejenige der Ameisensäure und des Alkohols. Letzteren hatte HENNEL schon 1828 synthetisch gewonnen, doch wies BERTHELOT erst seine Identität mit dem bei der Gärung entstehenden Weingeist nach. Damit war die Grenze endgültig verwischt, welche die anorganische Chemie von der organischen trennte. Die organische Chemie bildet seitdem, als Chemie der Kohlenstoffverbindungen, nur noch einen Teil der Gesamtchemie.

So mag die lebendige Substanz aus lebloser auf einem gewissen Entwicklungszustande unseres Erdballs entstanden sein, als die Bedingungen zu ihrer Bildung gegeben waren. Damit aus jener lebendigen Substanz die Welt der Organismen sich bildete, mußte aber zu ihren ursprünglichen Eigenschaften schon die Fähigkeit gehören, in ihrer Umgebung fortbestehen zu können, zu wachsen, d. h. fremde in ihren Körper aufgenommene Stoffe in eigene Substanz zu verwandeln, sich fortzupflanzen d. h. durch Teilung zu vervielfältigen, endlich neue Eigenschaften zu erlangen und diese erblich festzuhalten. Gebilde die aus eigener, bestimmender Kraft zu solchen Leistungen befähigt wären, lagen auch jenen Beobachtern nicht vor, welche neuerdings behaupten, durch Radiumstrahlen in Fleischbrühe und anderen organischen Medien die Entstehung mikroskopischer Gebilde erlangt zu haben, die sich wie lebende Wesen verhalten^(?).

Die Botanik oder Wissenschaft von den Pflanzen läßt sich in einen allgemeinen oder generellen und in einen besonderen oder speziellen Teil gliedern. Im allgemeinen Teile werden die Pflanzen gemeinsam auf ihren Bau und ihre Funktion untersucht, im speziellen Teile ihr Bau und ihre Funktionen in den einzelnen Abteilungen des Pflanzenreichs gesondert erörtert.

Die Lehre von dem Bau der Gewächse ist die Morphologie, jene von den Funktionen die Physiologie der Pflanzen. Im allgemeinen Teile sollen Morphologie und Physiologie getrennt, im speziellen vereinigt zur Behandlung kommen. Im allgemeinen Teile bilden Morphologie und Physiologie unsere eigentliche Aufgabe, die an ausgewählten, dem Pflanzenreiche entnommenen Beispielen erläutert wird. Im speziellen Teile tritt die Behandlung der einzelnen Familien des Pflanzenreiches in den Vordergrund, wobei wir uns mit ihrer besonderen Morphologie und Physiologie vertraut machen wollen.
