

Entstehung und Begriff
der
Naturhistorischen Art

von

Dr. Carl Nägeli,

k. Universitäts-Professor und ordentlichem Mitglied der Akademie.

Zweite Auflage.

München

Im Verlage der königl. Akademie

1865.

Rede
in der öffentlichen Sitzung der k. Akademie der
Wissenschaften am 28 März 1865.

Druck von F. Straub in München.

Als die Aufgabe an mich herantrat, zum ersten Mal an dieser Stelle zu sprechen, war ich über die Wahl des Gegenstandes schwankend. Einerseits drängte es mich, von meinen speciellen Studien Zeugniß abzulegen, Ihnen ein Bild zu entwerfen von den Fortschritten, welche die Erforschung der elementaren Vorgänge im Pflanzenreiche gemacht hat, und den Methoden, deren sie sich bedient, — von den Modificationen, welche die allgemeinen physikalischen und chemischen Kräfte sowie der unorganische Gestaltungsprocess in den organischen Gebieten erfahren, und wie als deren nächster und einfachster Ausdruck die Pflanzenzelle und ihre Theile sich darstellen, — von den Gesetzen, nach denen die Zellen, diese organischen Elemente, zusammentreten, um eine complizirte Verbindung, das Organ und den Organismus zu bilden.

Ich habe hierauf, wenn auch ungerne, verzichtet, weil das Verständniß viele Detailkenntnisse und selbst manche allgemeine Begriffe voraussetzt, die nur dem Fachgenossen geläufig sind. Dafür wählte ich ein Thema, das für den Naturforscher von hervorragender Wichtigkeit und auch für den nicht speciell naturwissenschaftlich Gebildeten von Interesse ist. Seit dem bekannten Werke Darwin's hat die naturhistorische Art oder Species, ihre Entstehung und ihr Begriff, wieder zu lebhaften und zahlreichen Verhandlungen Anlaß gegeben. Da dieselben vorzugsweise auf zoologischem Gebiete sich bewegten, so schien es mir nicht unzeitgemäss, die Frage auch von botanischer Seite aus zu beleuchten.

Die Unterscheidung bestimmter Thier- und Pflanzenformen, anfänglich durch das Bedürfniss hervorgerufen, wurde von der beginnenden und sich entwickelnden Wissenschaft weiter geführt. Allein lange stützte sie sich auf sehr unvollkommene Vorstellungen. Es wurden einerseits Formen vereinigt, die keine innere Verwandtschaft besitzen, anderseits solche getrennt, die man jetzt kaum als Varietäten unterscheidet. Den ersten erwähnenswerthen Schritt in der Systematik that Andreas Caesalpinus, der im 16. Jahrhundert in Pisa, dann in Rom lebte. Um die unendliche Mannigfaltigkeit der Formen übersichtlich und vergleichbar zu machen, sah er die Nothwendigkeit ein, sie in Genera und Species einzutheilen. Er legte das Hauptgewicht auf die erstern, und verlangte, dass das Eintheilungsprincip sich auf constante und wesentliche Merkmale gründe. Caesalpin war seiner Zeit vorausgeeilt; er wurde nicht verstanden und blieb ein Jahrhundert hindurch unbeachtet. Erst der Franzose Tournefort, der am Ende des 17. Jahrhunderts thätig war, führte festbegründete Gattungen in die Wissenschaft ein und brachte sie zu allgemeiner Anerkennung.

Die Kenntniss und die Unterscheidung der Arten machte zwar wesentliche Fortschritte; aber sie konnte sich keine Geltung verschaffen, weil die passende Form mangelte. Der Name der Art bestand in einer kurzen Beschreibung, welche die wichtigsten Merkmale enthielt. Linné, der dem 18. Jahrhundert angehört, hob den Werth der Species mehr hervor, führte eine gleichmässige Behandlung derselben consequenter durch und gab ihnen einfache Namen. Linné wird als Vater der Naturgeschichte verehrt und ihm als grösstes Verdienst die Begründung der Art angerechnet. Seine Reform war indess nicht eine innerliche, auf neue und umgestaltende Ideen gegründete, sondern mehr eine äussere und formale. Die Gattungen fand er durch Tournefort begründet, wenn er auch mehrfach die Namengebung änderte. Die Arten waren von den Patres oft besser gefasst, ihr Begriff von dem Engländer Ray ebenso klar und dazu vollständiger entwickelt worden. Die Bezeichnung derselben mit einfachen Namen, ohne die das Gelingen der Reform undenkbar erscheint, war schon von dem Leipziger Professor Bachmann, genannt Rivinus, im Jahr 1690 vorgeschlagen und von Linné in seinen ersten Schriften verworfen und bekämpft worden. Sein Pflanzensystem bezeichnet keinen wissenschaftlichen Fortschritt; es steht an wissenschaftlicher Bedeutung früheren Systemen nach. Aber Linné, ausgerüstet

mit unendlichem Formtalent, mit ganz überlegenem Scharfsinn und praktischem Verstand, hat eine künstliche Methode geschaffen, nach der man mit grösster Leichtigkeit die Pflanzen bestimmen, benennen und systematisch anordnen konnte; und er hat nicht nur die Methode sammt dem ganzen Apparat für ihre Anwendung erfunden, sondern er wendete sie auch selbst in der grossartigsten Weise an. Er wurde durch einen Erfolg und eine Anerkennung belohnt, die fast ohne Beispiel ist. Von ihm aus ergoss sich in der Geschichte der Botanik ein breiter Strom der Systematik, welcher die übrigen Gebiete der Pflanzenkunde, namentlich die Anatomie und Physiologie, ganz überfluthete und selbst das natürliche System mit seiner genauen und umfassenden Untersuchungsmethode lange Zeit durch Stauung verhinderte, in Fluss und Bewegung zu kommen. Der Erfolg, den die Systematik Linné's hatte, erklärt uns zum guten Theil auch die Geschichte der Art.

Von Linné, dessen Hauptstärke darin bestand, die wesentlichsten Merkmale einer Erscheinung in eine kurze treffende Diagnose zusammenzufassen, rührt die erste Diagnose der Species her. »Wir nehmen,« sagte er, »so viele Arten an, als von Anfang an verschiedene Formen erschaffen wurden.« Mit diesem Begriff wurde allerdings nichts für die Wissenschaft gewonnen; denn er ist rein speculativ; er gründet sich auf theologische und philosophische Ansichten, die jenseits der Grenzen des sinnlich Erkennbaren liegen ¹⁾. Doch bildet er die Grundlage für die Definitionen seiner Nachfolger. Wenn sie bei diesen oft anders lauten, wenn z. B.

1) Darin barg sich zwar eine innere Schwäche, zugleich aber auch eine äussere Stärke. Es war wohl einerseits möglich, dass ein halbes Dutzend Arten, die Linné unterschied, von einer einzigen ursprünglichen Form entstanden wären, anderseits, dass die Varietäten, die er in eine Art vereinigte, von Anfang an als ebenso viele Formen existirt hätten. Allein da jede Beziehung zwischen dem Begriff und den der Erfahrung zugänglichen Thatfachen mangelte, konnten diese Möglichkeiten mit Erfolg nicht geltend gemacht werden. Die Autorität Linné's sicherte für lange, dass die Arten ungefähr in der nämlichen Ausdehnung gefasst wurden; ihre Nachwirkung ist noch in unserer Zeit spürbar. Neben der Autorität liess sich jeder, wie es auch Linné gethan hatte, durch den eigenen Takt um so sicherer leiten, je mehr sich derselbe durch vielseitige Anschauung und Erfahrung ausgebildet hatte, und glaubte in den so gewonnenen Arten die ursprünglich erschaffenen Formen zu besitzen.

der schwedische Botaniker Oeder¹⁾ als das Wesen der Arten bezeichnet, dass sie »aus ihres Gleichen entsprungen seien und wieder ihres Gleichen erzeugen«, so birgt sich in solchen Umschreibungen der nämliche Gedanke. Die Unveränderlichkeit wurde dabei vorausgesetzt. Sie war ein Glaubensartikel, der keine Prüfung verlangte, und gegen den kein Zweifel aufkommen konnte, da man sich noch auf dem Standpunkte der mosaischen Schöpfungsgeschichte befand und die gleichzeitige Entstehung aller lebenden Wesen annahm²⁾.

Indessen lehrte die fortschreitende Geologie, dass die Erdbildung verschiedene Perioden durchlaufen habe, und dass die Erdoberfläche einst mit Lebewesen, verschieden von den jetzigen, bevölkert gewesen. Damit wurde der bisherigen Lehre von der Art die Grundlage entzogen. Sie war nicht widerlegt, allein das Gegentheil liess sich nun mit gleicher Berechtigung behaupten. Man hat geglaubt, die Anfänge der neuen Lehre schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts bei Demaillet und Buffon zu finden³⁾. Aber erst am Ende desselben und zu Anfang unsers Jahrhunderts wurde sie bestimmt ausgesprochen. Nach Lamarck, der seine »Zoologie philosophique« im Jahre 1809 veröffentlichte,

1) Einleitung zur Kräuterkenntniss. 1764.

2) Uebrigens war die Annahme, dass die Species unveränderlich seien und je von einem erschaffenen Paar oder Hermaphroditen abstammten, bei Linné und seinen Nachfolgern durchaus nicht so festgewurzelt als man etwa glauben möchte. Es zeigt sich diess in verschiedenen merkwürdigen Erscheinungen. So spricht Linné selbst (im 6ten Band der »*Amoenitates academicae*« in der Abhandlung »*Fundamentum fructificationis*«) eine Vermuthung aus, die er oft gehegt habe, aber doch noch nicht als unzweifelhafte Wahrheit zu behaupten wage. Es habe nämlich im Anfang nur eine Art in jeder Gattung gegeben, daraus seien die andern durch Bastardirung hervorgegangen (*omnes species ejusdem generis ab initio unam constituerint speciem, sed postea per generationes hybridæ propagatæ sint*). Und zwar versteht er diess so, dass die erste Art einer Gattung allen übrigen Arten der gleichen Gattung Mutter gewesen, indess Arten anderer Gattungen die Rolle des Vaters übernahmen. Aus dieser Annahme folge nicht nothwendig eine unbegrenzte Neuerzeugung von Arten. Die Welt sei so alt, dass nahezu alle Arten gebildet seien, welche möglicher Weise entstehen konnten. Doch wäre es leicht möglich, dass es zu seiner Zeit mehr Arten gäbe als zur Zeit Bauhin's.

3) Vgl. die Anmerkung 1 am Schlusse.

entstanden anfangs und späterhin, wie auch jetzt noch, die niedrigsten und einfachsten Organismen durch Urzeugung. Alle übrigen bildeten sich aus denselben durch langsame Umänderung im Laufe der Generationen. Die bestimmenden Ursachen sind ihm die fortschreitende Entwicklung der organischen Natur und die veränderten Lebensbedingungen, welche neue Bedürfnisse erwecken und die Organe umgestalten, indem die einen durch den Gebrauch sich ausbilden und vergrössern, die andern durch Nichtgebrauch verkümmern und verschwinden.

Geoffroy St. Hilaire im ersten Dritttheil unseres Jahrhunderts gieng von ähnlichen Annahmen aus und betonte dabei besonders die tiefgreifenden Veränderungen, welche die klimatischen Verhältnisse durch die geologischen Perioden erfahren haben. Gegen diese Neuerungen trat mit grosser Energie Cuvier auf, und er gieng aus dem berühmten Streite, der mit äusserster Heftigkeit geführt wurde, als Sieger hervor, wenn anders in einem wissenschaftlichen Streite der Sieg durch die Zustimmung des wissenschaftlichen Publikums entschieden wird. Die Neuerungen wurden verworfen und die Unveränderlichkeit der erschaffenen Arten von nun an als Dogma gelehrt. Nur selten wagte eine Stimme sich dagegen zu erheben.

Nach der Cuvier'schen Lehre, die wir in der Schule in uns aufgenommen haben, erlitt die Erdoberfläche mehrere grosse Revolutionen, welche meistens ihrer Ausdehnung nach allgemeine, der Zeit nach plötzliche waren und durch Naturkräfte bewirkt wurden, wie sie nicht mehr vorkommen und von denen wir uns keine Vorstellung machen können. In diesen Katastrophen, die namentlich mit plötzlichen Einbrüchen des festen Landes, Ueberfluthungen desselben und Erhebungen anderer Continente verknüpft waren, wurde der gewöhnliche Gang verändert und der Faden der Wirksamkeit zerrissen. Mit ihnen gieng immer der grösste Theil der lebenden Wesen zu Grunde und an deren Stelle traten, in Folge eines Schöpfungsaktes, neue bis zu ihrem Untergang unveränderliche Arten. — Noch consequenter und schärfer prägte sich die Lehre bei einigen Nachfolgern Cuvier's aus. Die geologischen Perioden waren nach Agassiz ¹⁾ vollständig von einander ge-

1) Contributions to natural history.

schieden, und jede wurde mit einer durchaus neu geschaffenen Welt von Organismen bevölkert.

Gegen dieses festgeschlossene System, welches als der allgemeine Ausdruck der Ansichten der Naturforscher am Ende des ersten Drittheils unsers Jahrhunderts gelten kann, richteten sich bald die Angriffe der einzelnen naturwissenschaftlichen Disciplinen, der Geologie, der Paläontologie, der Morphologie und Physiologie, und schliesslich das Experiment.

Die Geologie, geführt von Lyell ¹⁾, widerlegte die Annahme von plötzlichen und allgemeinen Umwälzungen. Sie zeigte, dass zu keiner Zeit andere Kräfte auf die Umbildung der Erdrinde eingewirkt haben als die jetzt noch thätigen, dass zwar wohl Katastrophen, aber nur von localer Beschränkung eintreten konnten, dass die Veränderungen der Erdoberfläche zum grössten Theil langsam und allmählich verliefen, und dass die grossen geologischen Perioden unmerklich in einander übergiengen.

Die Paläontologie widerlegte die Annahme von gleichzeitigen Erneuerungen der auf der Erde lebenden Organismen. Sie bewies, dass Flora und Fauna allmählich sich änderten, dass die Arten von ungleicher Dauer waren und nach einander verschwanden, dass dieselben einer oder mehreren geologischen Perioden angehören können. Namentlich wurde der langsame Uebergang der Tertiärzeit in die jetzige durch Forbes ²⁾, Heer ³⁾, Göppert und andere dargethan. ⁴⁾

1) Principles of geology.

2) Memoirs of the geological Survey of Great Britain 1846.

3) Flora tertiaria Helvetiae.

4) Die Pflanzen- und Thierwelt Europa's wandelte sich Schritt für Schritt in die der Eiszeiten, diese in die der Gegenwart um. Das arktische Klima rückte langsam nach Süden vor und mit ihm die nordische Fauna und Flora. Als die Kälte wieder abnahm, wichen die nordischen Organismen in ihre ursprüngliche Heimath zurück oder blieben auf den Höhen der Alpen. Ihre Stelle nahmen die nordwärts und westwärts wandernden Thiere und Pflanzen wärmerer Breitegrade ein. Die Uebergänge bestanden aber nicht bloss in diesen Wanderungen, nicht blos in einer geographischen Verschiebung der organischen Welt. Es giengen dabei fortwährend auch frühere Arten zu Grunde, und es erschienen an ihrer Stelle neue, vorher nicht dagewesene.

Während so die geologischen und paläontologischen Arbeiten die verschiedenen Erdperioden unmittelbar an einander knüpften und in einen einzigen langsamen und ununterbrochenen Entwicklungsprocess auflösten, zeigten anderseits die Morphologie und Physiologie, dass zwischen den frühern und spätern, zwischen den niedern und höhern Organismen die innigsten Beziehungen bestehen. In manchen Fällen gleicht das Thier einer Periode dem Jugendzustande desjenigen der folgenden Periode, so dass letzteres als die weitere Ausbildung des erstern betrachtet werden kann. Und im Allgemeinen besteht zwischen niedern und höhern Organismen der gleichen Reihe das merkwürdige Verhalten, dass der höhere in seiner Bildungsgeschichte gewissermassen die niedern wiederholt, aber schliesslich sich noch um einen Schritt weiter entwickelt. In Uebereinstimmung hiemit befinden sich die nicht minder merkwürdigen Thatsachen, dass zuweilen der höhere Organismus verkümmerte und unbrauchbare Organe hat, die bei dem niedern ausgebildet und funktionsfähig sind, dass zuweilen ein Organ hier, wo es unnütz ist, vorkommt, und dort, wo es von Nutzen wäre, mangelt. Diess Alles wird uns nur begreiflich, wenn der Zusammenhang zwischen den niedern und höhern Organismen ein genetischer ist, wenn die höhern sich aus den niedern entwickelt haben, wobei sie eine übereinstimmende Organisation und damit auch Organe erben, welche bei den veränderten Lebensverhältnissen überflüssig sind und daher verkümmern.

Um die Kette zu schliessen, lieferte endlich das Experiment in den Cultur- und Zuchtversuchen Resultate, die sich nicht mit der Theorie unveränderlicher Arten vereinigen lassen. Einerseits vermögen die äussern Agentien nur in geringem Maasse auf die Eigenschaften eines Organismus einzuwirken, und es können durch die klimatischen Einflüsse die Verschiedenheiten innerhalb der Art nicht erklärt werden. Anderseits gleichen die durch innere Veränderung während einer längern Reihe von Generationen erzogenen Racen in allen denjenigen Eigenthümlichkeiten, welche der sinnlichen Wahrnehmung zugänglich sind, den wirklichen Arten.

Die verschiedenen, gegen die Lehre von der Unveränderlichkeit gemachten Einwürfe, welche die wissenschaftliche Empirie nach und nach geltend gemacht hatte, fasste vor einigen Jahren Darwin ¹⁾

1) On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life. 1859.

zusammen und begründete für die Entstehung der Arten ein neues Princip, das der natürlichen Züchtung. Sein Gedankengang ist folgender. Der Züchter erzielt eine neue Race, indem er während längerer Zeit die Thiere oder Pflanzen zur Zucht jedesmal sorgfältig auswählt, dadurch die Veränderung in einer bestimmten Richtung festhält und durch eine Reihe von Generationen häuft. Auf ähnliche Weise verfährt die Natur; sie trifft eine Zuchtwahl, indem von allen individuellen Abänderungen nur diejenigen zur Fortpflanzung gelangen, welche im Kampfe um das Dasein sich als die stärkern erweisen, indess die andern nothwendig zu Grunde gehen. So werden durch die natürliche Züchtung im Verlaufe von zahllosen Generationen die kleinen, unscheinbaren Modificationen, welche die Kinder von den Eltern unterscheiden, summirt und daraus bei dauernder Divergenz erst Racen und Arten, dann Gattungen und Ordnungen gebildet.

Ich habe in kurzen Zügen den Kampf geschildert, welcher seit Anfang dieses Jahrhunderts gegen das Dogma von Linné und Cuvier geführt wurde. Seine grosse Bedeutung beruht darin, dass er an die Stelle der übernatürlichen Einwirkungen eine natürliche Entwicklung, an die Stelle des Wunders den Causalnexus zu setzen bemüht ist. Indem ich nun an die Frage gehe, wie sich die Thatsachen und Gesetze auf botanischem Gebiete zu einer strengen principiellen Durchführung verhalten, beginne ich mit der zeugungslosen Entstehung der Organismen. — Wir mögen über den Ursprung der mannigfaltigen Arten eine Ansicht hegen, welche wir wollen, immerhin muss wenigstens das erste organische Wesen ohne Zeugung gebildet worden sein. Wie weit greifen diese zeugungslosen Anfänge, und welcher Natur sind sie? Nach Linné wurden alle Pflanzen- und Thierarten jede in einem Paar oder einem hermaphroditischen Individuum erschaffen.¹⁾ Nach Darwin hat der

1) Ueber die Art und Weise, wie die Schöpfungsakte vor sich giengen, wurde philosophirt und debattirt. Bekannt ist die Streitfrage, ob das Huhn oder das Ei das Ursprüngliche sei. Die Ansichten gruppiren sich zu drei Gesichtspunkten zusammen.

Die einen glauben, dass die Organismen im ausgebildeten

Schöpfer nur eine oder einige wenige Urzellen im Anfang der Dinge geformt und ihnen Leben eingehaucht. Lamarck lässt die niedrigsten Organismen im Anfang und zu allen Zeiten durch Urzeugung (*Generatio spontanea*) entstehen.

Ein prinzipieller Gegensatz besteht nur zwischen den beiden erstern und der letzten Theorie. Es handelt sich um das grosse Problem des organischen Lebens. Ist dasselbe ein Produkt der gesetzmässig waltenden Naturkräfte oder wirkt dabei eine spezifische Kraft mit, welche dem allgemeinen Gesetze der Causalität nicht unterliegt? Hierauf ist bis jetzt allzuwenig Gewicht gesetzt worden. Darwin fasste die Entstehung der Arten von der praktischen Seite und bekümmerte sich wenig um die prinzipielle Grundlage. Aber diese bedingt nicht nur im Allgemeinen die Nothwendigkeit, sondern auch im Einzelnen den Umfang und die Richtung der aus den Thatsachen zu ziehenden Schlüsse. Wenn von einer einzigen Art zugegeben wird, dass sie übernatürlich geschaffen wurde, so lässt sich die Möglichkeit eines gleichen Ursprungs für die übrigen nicht läugnen. Es bleibt dann dem individuellen Ermessen anheimgestellt, ob man einen einfachen übernatürlichen Anfang nur für die ganze organische Welt, für Pflanzen- und Thierreich, oder ob man ihn auch für jede Classe, jede

Zustande erschaffen wurden. Es ist das Wunder in ursprünglicher und naiver Form.

Oken sprach die Hypothese aus, es seien nicht nur die niedern Thiere in ihrem gewöhnlichen Eistadium entstanden, sondern es haben sich auch die höhern Thiere in kolossalen Eiern gebildet, so dass sie im ausgewachsenen Zustande aus der Eischale ausgekrochen wären. Es ist das Wunder in bizarrer und abstossender Form.

Andere lassen die Organismen als Keime erschaffen werden. Dieser Ansicht huldigt auch Agassiz, da er die Erschaffung von Eiern als die natürlichste betrachtet. Diess ist das verschämte Wunder, welches sich den neugierigen Blicken zu entziehen sucht. Es hat Werth in den Augen derjenigen, welche die übernatürliche Einwirkung nicht in greller Färbung und plumper Form lieben, sondern sie gerne in Regionen zurückverlegen, wohin die Vorstellung nicht leicht folgt und nicht klar sieht. Scheinbar werden die Schwierigkeiten vermindert; in Wirklichkeit vermehren sie sich, da das erschaffene Ei der höhern Pflanzen und Thiere noch längere Zeit der übernatürlichen Einwirkung bedurfte, um ernährt, vor übeln Einflüssen geschützt und gegen Feinde vertheidigt zu werden, bis es, beim ausgewachsenen Zustande angelangt, sich selbst überlassen werden konnte.

Ordnung, jede Gattung oder selbst jede Art in Anspruch nehmen will. Setzen wir aber an die Stelle des Schöpfungsaktes die auf natürlichem Wege sich vollziehende *Generatio spontanea*, so lässt sich ermitteln, welche Organismen von selbst entstehen konnten und welche durch Umbildung aus ihnen abgeleitet werden müssen.

Der Frage, ob und welche Lebewesen im Anfange durch Urzeugung sich gebildet haben, lässt sich nur mit Hülfe der Analogie beikommen. Physik und Geologie sagen uns, dass die jetzt thätigen Naturkräfte die nämlichen sind wie in der Urzeit. Wir dürfen daraus folgern, dass, wenn irgend einmal organische Formen auf natürlichem Wege aus unorganischen Stoffen hervorgehen konnten, dieser Process auch jetzt noch stattfinden müsse; und wir würden umgekehrt, wenn die *Generatio spontanea* sich für unsere Zeit nachweisen liesse, sie mit vollster Berechtigung auf den Anfang der Dinge übertragen.

In der That sind Beobachtungen und Versuche der Urzeugung wenig günstig. Es gab eine Zeit, wo man alle möglichen Thiere und Pflanzen durch sie entstehen liess.¹⁾ In gleichem Maasse wie die Kenntniss der Organismen, ihrer Fortpflanzung, ihrer Lebensweise und ihrer Wanderungen zunahm, verkleinerte sich das Gebiet der *Generatio spontanea* und schwand endlich ganz zusammen. Die mikroskopischen in thierischen und pflanzlichen Geweben lebenden Schmarotzer waren die letzte Zuflucht für ihre Anhänger; es giebt jetzt keinen Fall mehr, in welchem deren Keime nicht nachgewiesen wären. Die Beobachtung verlangt also die Annahme der Urzeugung nicht; sie schliesst dieselbe aber nicht nothwendig aus.

Ein gleiches Resultat giebt der Versuch. Wenn man gewöhnliches Brunnenwasser in einer verkorkten Flasche dem Lichte aussetzt und längere Zeit stehen lässt, so bedecken sich Boden

1) Merkwürdiger Weise war es die nämliche Zeit, wo man am allerwenigsten daran zweifelte, dass jede Art erschaffen worden sei und von einem Individuum oder einem Paar abstamme. So finden wir oft in der Geschichte der Wissenschaften, dass widersprechende Annahmen friedlich, weil unvermittelt, neben einander bestehen, bis man anfängt, sie als Theile eines Systems in Beziehung zu einander zu bringen.

und Wände mit einem grünen Anflug von mikroskopischen einzelligen Pflänzchen. Enthält das Wasser organische Stoffe in grösserer Menge, so findet Gährung oder Fäulniss statt, und es treten in Unzahl mikroskopische farblose Organismen auf, welche meist dem Pflanzenreich angehören. Wird der Inhalt der Flasche während kurzer Zeit der Siedhitze ausgesetzt und darauf durch hermetischen Verschluss vor der Berührung mit der atmosphärischen Luft geschützt, so bleiben Gährung, Fäulniss und die *Bildung* von Organismen aus; sie beginnen, wenn die Flasche *geöffnet* wird, nach kurzer Zeit. Dieses Experiment wurde zuerst von Schwann gemacht; es ist so allgemein bekannt geworden, dass es in vielen Haushaltungen zum Aufbewahren von Früchten benutzt wird. Man hat daraus geschlossen, dass durch die Siedhitze die Keime der Organismen zerstört werden und dass die Luft wieder lebensfähige Keime zuführe. Daran knüpfte sich der weitere Schluss, dass die Annahme der Urzeugung zur Unmöglichkeit geworden sei. Die bis jetzt bekannten Thatsachen gestatten aber auch die Erklärung, dass durch die erhöhte Temperatur die eiweissartigen Stoffe in einen umsetzungsunfähigen Zustand übergeführt werden, und dass die zahllosen winzigen Stäubchen in der Luft, die Splitter von organischen Substanzen durch Contactwirkung wieder chemische Umsetzung hervorrufen, wobei die Pilze und Infusorien theils durch Urzeugung theils aus Keimen entstehen können.

Wenn also einerseits keine Beobachtung die Urzeugung fordert und wenn alle Thatsachen durch transportable Keime sich erklären lassen, so giebt es auf der andern Seite bis jetzt kein Factum und keine logische Schlussfolgerung, welche die Annahme der Urzeugung unmöglich machte. Handelte es sich bloss um die Erscheinungen, welche unserer sinnlichen Wahrnehmung direkt zugänglich sind, so würde jede Berechtigung für sie als für eine überflüssige Hypothese mangeln. Mit Rücksicht auf den Anfang der organischen Welt werden wir geneigt sein, die Frage offen zu lassen, und den Wunsch hegen, dass fortgesetzte Versuche noch mehr Licht verbreiten und wo möglich einen entscheidenden Abschluss bringen werden. ¹⁾

Die Urzeugung setzt voraus, dass unter günstigen Bedingungen ausserhalb der Organismen die gleichen chemischen und morpho-

1) Anmerkung 2 am Schlusse.

logischen Prozesse stattfinden wie innerhalb derselben, dass sich eiweissartige und zuckerartige Stoffe bilden, und dass aus ihnen sich eine Zelle organisire. Die neueren Entdeckungen der Chemie lassen mit Sicherheit voraussehen, dass es einst gelingen wird, alle organischen Verbindungen im Laboratorium herzustellen. Es ist kein Grund vorhanden, warum die unorganische Natur nicht dasselbe vermöchte. Ist aber die Substanz gegeben, so muss sie sich zur Zelle, wie zum Crystall, gestalten können, wenn wir anders annehmen, dass die materielle Natur überall von den nämlichen Kräften beherrscht werde, und wenn wir nicht die organische Welt von der unorganischen durch eine unübersteigliche Kluft trennen.

Derjenige, dem die grössere Wahrscheinlichkeit auf Seite der Urzeugung sich befindet, wird sich die fernere Frage aufwerfen: Welche Zellen können von selbst entstehen, und welche derselben sind existenzfähig? Es giebt hierauf nur die eine Antwort: Bloss solche Zellen, welche nicht die vorhergehende Thätigkeit einer oder vieler anderer voraussetzen, können durch Urzeugung sich bilden; bloss diejenigen Zellen, deren Lebensthätigkeit nicht von andern verwandten Zellen bedingt wird, sind existenzfähig. — Dadurch wird das Gebiet der *Generatio spontanea* auf's Aeusserste beschränkt. Nicht nur sind alle mehrzelligen Zustände davon ausgeschlossen, sondern unter den einzelligen auch alle Eier und Sporen mehrzelliger Organismen, und selbst die grosse Mehrzahl der einzelligen Wesen. Nur für solche einzellige Gewächse, bei denen das Individuum im Momente seines Entstehens von der entwickelten Pflanze nicht qualitativ verschieden ist, lässt sich die Urzeugung denken. Denn nur bei einem Organismus, wo noch keine Theilung der Arbeit zwischen verschiedenen Zellgenerationen, selbst nicht zwischen den Altersstufen der einen Zelle eingetreten, können die Tochterzellen, die nicht das Produkt eines längern Lebensprocesses der Mutterzelle sind, möglicher Weise von spontan entstehenden Zellen erreicht und dargestellt werden. ¹⁾

Wir erhalten also, wenn wir von der Urzeugung ausgehen, ganz dasselbe Resultat, bei welchem Darwin von dem entgegen-

1) Vergl. die Anmerkung 3 am Schlusse.

gesetzten Ausgangspunkt anlangte. Wenn die organische Welt auf natürlichem Wege in's Dasein getreten ist, so muss sie mit einer vegetabilischen Urzelle angefangen haben, und alle die übrigen mannigfaltigen Gestalten müssen die Nachkommen derselben durch Fortpflanzung sein.

Ist es natürlich, ist es möglich, dass das ganze Gewächsreich von einer Zelle abstamme, dass die Palme und der Apfelbaum sich aus einem mikroskopischen einzelligen Pflänzchen, wenn auch im Laufe von unendlich vielen Generationen, herausgebildet haben? Diese Frage führt uns auf die Untersuchung, worin das Wesen der Fortpflanzung bestehe. Man bezeichnet sie oft als etwas dem Organismus Eigenthümliches und ebenso Unbegreifliches wie er selber. Auf den niedrigsten Stufen des Pflanzenreiches und namentlich bei den einzelligen Pflänzchen, welche möglicher Weise durch Urzeugung entstanden, erscheint sie aber als die nothwendige Folge der gegebenen Verhältnisse. Die Zelle wird grösser; der Inhalt muss früher oder später morphologische und chemische Veränderungen eingehen, welche, sie mögen noch so gering sein, eine Störung des Gleichgewichts der Kräfte, eine Lockerung des Zusammenhangs, ein Zerfallen herbeiführen. Viele Zellen gehen dabei zu Grunde; in andern bleiben Partien des Inhaltes lebenskräftig, werden selbständig und bilden sich zu Zellen um, in analoger Weise wie eine ähnliche kleine Masse von organischen Verbindungen die erste Zelle erzeugte. Die Entstehung dieser ersten Zelle hat das nothwendige Ergebniss zur Folge, dass sie Tochterzellen hinterlässt. Die Fortpflanzung folgt naturgemäss aus dem Bau und der Funktion der Organismen; bei den zusammengesetzten ist das durch die innern Veränderungen und das gestörte Gleichgewicht verursachte Zerfallen local und bewirkt bloss die Ablösung von winzigen Theilen oder Keimen.

Die Keime sind selbständig werdende Theile des Mutterindividuums. Sie setzen sein Leben fort; sie werden also eine ähnliche Pflanze erzeugen. Sie sind aber zugleich das Produkt einer Störung und Modification des individuellen Lebensprocesses; es

wird demnach das neue Individuum nicht mit der Mutterpflanze identisch sein, sondern von derselben mehr oder weniger abweichen. Damit ist das allgemeine Prinzip der Fortpflanzung gegeben: das Gesetz der Erbllichkeit, beschränkt durch die individuelle Veränderlichkeit. Dasselbe lässt sich, wenn wir alle über die Vererbung bekannten Thatsachen zusammenfassen, allgemein so formuliren: Eine Eigenschaft geht um so sicherer und um so vollständiger auf die Nachkommen über, während je längerer Zeit sie sich schon vererbt hat; sie läuft um so eher Gefahr, durch die individuelle Veränderung modifizirt oder preisgegeben zu werden, je jünger sie ist, je kleiner die Zahl der Generationen, seit welcher sie existirt.

Dieses Gesetz, in Verbindung mit den thatsächlichen Verhältnissen, unter denen die Organismen lebten, genügt, um uns die Bildungsgeschichte der ganzen Reiche zu erklären, sowohl den Gang im Allgemeinen als seine Abweichungen bis in's kleinste Detail. Es sind aber über die individuelle Veränderung, die noch allzu wenig bekannt ist, verschiedene Ansichten möglich, und danach modifizirt sich die Theorie über den Aufbau der Reiche. Die eine Ansicht, die schon lange ausgesprochen wurde, lässt die Veränderung in aufsteigender Richtung erfolgen, so dass der einfachere und niedere Organismus im Laufe der Zeiten nothwendig in einen complizirteren und höher organisirten übergeht. Nach der Ansicht von Darwin dagegen ist die individuelle Veränderung nach allen Richtungen hin thätig; sie schlägt bestimmte Wege ein und bildet bestimmte Reihen, bloss desswegen, weil die einen Formen lebensfähiger sind als die andern und dieselben im Kampfe um das Dasein verdrängen. Erstere können wir als die Vervollkommnungstheorie, letztere als die Nützlichkeitstheorie¹⁾ bezeichnen.

1) Die Nützlichkeitstheorie ist der Darwinismus. Man bezeichnet irrthümlicher Weise nicht selten als Darwinismus die Theorie, dass die Arten aus einander entstanden seien und dass diess auf dem langsamen Wege der Racenbildung geschehen. Beides wurde lange vor Darwin ausgesprochen. Der grosse Fortschritt, den die Wissenschaft diesem Forscher verdankt, beruht in der Idee, dass die Racen- und Artenbildung das Produkt der natürlichen Züchtung sei, welche durch den Kampf um das Dasein geleitet werde. Etwas anderes unter Darwinismus begreifen, heisst die Bedeutung Darwins verkennen und seinen Ruhm schmälern. Freilich wurde

Beide Theorien stehen sich nicht so gegenüber, dass sie einander ausschliessen. Wenn man früher es als Eigenschaft der organischen Welt betrachtete, sich zu vervollkommen, so wurde auch theilweise die andere Theorie angenommen. Man bedurfte ihrer, um die Lücken in den aufsteigenden Reihen und zwischen denselben zu erklären. Diese Lücken bestanden, weil die sie ausfüllenden Formen, mit geringerer Existenzfähigkeit begabt, untergegangen waren. Denn schon lange lässt die Geographie der Organismen ihre Verbreitung auf der Erdoberfläche durch einen Kampf aller gegen alle sich regeln. Die Frage ist also nicht, ob Vervollkommnungs- oder Nützlichkeitstheorie — sondern, ob die Nützlichkeitstheorie, wie Darwin meint, allein ausreiche, oder ob sie mit dem Vervollkommnungsprincip combinirt werden müsse.

Ich wende mich zuerst zu der Darwin'schen oder Nützlichkeitstheorie. Sie gründet sich auf den Kampf um das Dasein. Die grosse Mehrzahl der fortwährend erzeugten Wesen muss zu Grunde gehen, weil für sie kein Platz da ist. Die Individuen, die der nämlichen Art angehören, zeigen kleine Abänderungen nach allen Richtungen. Die einen dieser Abänderungen sind am vortheilhaftesten für die Existenz und befähigen ihre Träger, die Mitbewerber zu verdrängen und allein oder vorzugsweise zur Fortpflanzung zu gelangen. Vermöge des Gesetzes der Ererblichkeit werden in der neuen Generation die nützlichen Eigenschaften wieder vertreten sein, und sie werden selbst in Folge der individuellen Veränderlichkeit in einem Theile der Individuen sich weiter ausgebildet haben. Diese letzteren müssen sich abermals als die stärkern erweisen, die andern überwinden und allein Nachkommen hinterlassen. So kann sich nach und nach eine Eigenschaft oder ein Complex von Eigenschaften ausbilden, welche ihre Träger zuerst als Varietät, nach einiger Zeit als Race und zuletzt als Art charakterisiren.

dieses sein Prinzip von manchem seiner Gegner nur halb oder auch gar nicht verstanden und daher auch oft schief und unrichtig beurtheilt.

Es ist mehrfach bestritten worden, dass ein solcher Kampf um das Dasein bestehe. Die Gewächse streiten allerdings nicht wie die Thiere mit einander; allein der passive Krieg, den sie führen, ist nicht weniger vernichtend. Die Individuenzahl, welche die Pflanzendecke bildet, bleibt ungefähr die nämliche; nach 100 Jahren wird sie im Ganzen weder zu- noch abgenommen haben. Jede Pflanze bildet durchschnittlich über 100 Samen und hat ein durchschnittliches Alter von mehr als 10 Jahren. Daraus folgt, dass von je 1000 Samen und Keimen kaum einer zur vollkommenen Entwicklung der Pflanze gelangt, und wenigstens 999 früher oder später zu Grunde gehen. Die Gewächse kämpfen um den Boden, in dem sie Wurzel schlagen, um die Nahrungsstoffe, um Wasser, Luft und Sonnenschein. Sie wetteifern mit einander, wer den äussern schädlichen Einflüssen, der Trockenheit, der Nässe, der Kälte, der Hitze, den Stürmen besser trotze, der Fäulniss und Verwesung widerstehe, sich vor den Angriffen der Thiere schütze. Wer für diesen mannigfaltigen und unaufhörlichen Wettkampf am besten und allseitigsten gerüstet ist, der erringt die Palme des berechtigten Daseins, indess die weniger glücklichen Mitkämpfer zu Grunde gehen.

Eine nothwendige Folge dieses Wettkampfes ist die, dass Alles an den Organismen zweckmässig, Alles so eingerichtet ist, um die Existenz auf die beste Weise sicher zu stellen. Wäre irgend eine Partie der Organisation unzweckmässig, so würden ihre Träger durch besser ausgestattete Formen verdrängt. Die grosse wissenschaftliche Bedeutung und der grosse Erfolg der Darwin'schen Nützlichkeitstheorie beruht darin, dass dieselbe eine natürliche Erklärung nach dem Causalitätsprincip für eine grosse Kategorie von Erscheinungen giebt, welche man früher nur auf teleologischem Wege erklären konnte.¹⁾ — Darwin hat

1) Man hat der Nützlichkeitstheorie den Vorwurf der Teleologie gemacht. So sagt z. B. Kölliker: »Die teleologische allgemeine Anschauung Darwins ist eine verfehlte« und führt diess weiter aus. (Ueber die Darwin'sche Schöpfungstheorie p. 7.) Ich fasse den Zusammenhang zwischen beiden Begriffen anders. Das teleologische Princip verlangt, dass etwas in der Absicht geschehe, einen bestimmten Zweck zu erreichen, mit andern Worten, dass dieser Zweck sein Dasein bedingt habe. Das Nützlichkeitsprincip dagegen ist nichts anders als ein consequent durchgeführtes Causalverhältniss. Die nützlichen Varietäten entstehen nicht dess-

viele Beispiele aus dem Thierreiche gegeben, wodurch manche auffallende Erscheinungen eine einfache Lösung finden, wie z. B. die mit dem Aufenthaltsorte harmonirende Farbe gewisser Thiere, welche vermöge derselben sich den Blicken ihrer Verfolger, sowie auch der Opfer, denen sie nachstellen, entziehen, — das bunte, lebhaft gefärbte Gefieder und der ausgebildete Gesang männlicher Vögel, welche dadurch die Weibchen anziehen, — die Bewaffnungen, welche den Männchen in den Kämpfen zur Brunstzeit den Sieg gewinnen helfen.

Im Pflanzenreiche liegen die nützlichen Einrichtungen nicht so nahe und nicht so greifbar wie im Thierreiche. Doch zeigt die Physiologie, je mehr sie in das Leben der Gewächse eindringt, deren immer mehr auf. Viele Organisationsverhältnisse stellen sich zwar in gewissen Beziehungen als unvortheilhaft dar; sie sind aber unentbehrlich, weil sie sich in anderer Beziehung als nothwendige Bedingung der Existenz erweisen. Ich könnte hier an die mikroskopische Kleinheit der Zellen erinnern, welche der Bewegung der Säfte hinderlich, aber wegen der Festigkeit eine mechanische Bedingung ist, — an die Ausbreitung der Pflanzensubstanz in zahlreiche Organe, wodurch dieselbe allen schädlichen elementaren Einflüssen und ihren animalischen Feinden preisgegeben, wodurch sie aber zugleich befähigt wird, die nöthige Menge Nahrung, Luft und Licht zu finden, — an die verschwenderische

wegen, weil sie vortheilhaft sind, sondern es bilden sich aus irgend welchen natürlichen Ursachen schädliche, indifferente und nützliche Varietäten; ebenfalls aus natürlichen Ursachen gehen die erstern zu Grunde, indess die letztern erhalten bleiben. Man könnte nur dann an Teleologie denken, wenn allein nützliche individuelle Abänderungen entständen. — Dass etwas nützlich ist, bedingt noch nicht, dass es einem teleologischen Princip sein Dasein verdanke. Von allen Lichtstrahlen, die die Sonne aussendet, fällt eine unendlich kleine Menge auf den Mond, und ein unendlich kleiner Theil der letztern wird auf unsern nächtlichen Weg reflectirt und erleuchtet denselben. Die Einrichtung ist für uns eine sehr nützliche; wir werden sie aber nicht eine teleologische nennen, weil sie gewiss nicht in der Absicht getroffen wurde, unsern Pfad zu erhellen. Gerade so verhält es sich mit der Varietätenbildung; wie von allen Strahlen die unendliche Mehrzahl für uns verloren geht und nur wenige wirksam werden, so gehen von den unendlich vielen individuellen Abänderungen alle verloren bis auf die wenigen, welche die existenzfähige Varietät bilden.

Holzbildung der Bäume, welche rücksichtlich der Dauerhaftigkeit und der Ernährungsfähigkeit grosse Vortheile vor den Kräutern gewährt, — an die hohlen Stengel der krautartigen Gewächse, wodurch das mechanische Problem gelöst wird, mit dem geringsten Material die grösste Festigkeit zu erzielen, — an die Haftorgane, wodurch Pflanzen mit schwächtigem Stengel an den Stützen emporklettern, — an die luftführenden Räume der Wasserpflanzen, welche dadurch befähigt werden, oben zu schwimmen und die ungeschwächte Einwirkung des Lichtes und der atmosphärischen Luft zu geniessen, — an den Schutz, welchen die ausgebreitete Pflanzensubstanz in einem eigenthümlichen Ueberzug aus Korksubstanz gegen das Vertrocknen findet, — an die Flügel und Federkronen von transportablen Samen und Früchten, und an viele andere vortheilhafte Einrichtungen, die aber, was besonders in's Gewicht fällt, in der Regel nur da vorkommen, wo sie im Kampfe um das Dasein von Nutzen sind, und selbst bei verwandten Pflanzen mangeln, insofern sie überflüssig werden ¹⁾).

Ich erlaube mir, einige Momente bei der Frucht- und Blüthenbildung besonders hervorzuheben. Die Samen sind alle mit einer grössern Menge von organischen Nährstoffen versehen. Diess ist eine Folge des Wettkampfes, den die Gewächse unter einander bestehen; denn diejenigen Samen, welche mit der reichlichsten Reservenernährung ausgestattet sind, keimen am schnellsten und kräftigsten. Aber aus dem nämlichen Grunde wird ihnen von der Thierwelt nachgestellt, und diess um so mehr als derselben durch die Samen ein reichlicher Tisch in einer Jahreszeit gedeckt wird, wo die übrigen Nahrungsmittel auf die Neige gehen, und wo die Thiere vorsorglich sich auf die magere Kost des Winters mästen. Die nämlichen Thiere, die im Herbst die Samen aufsuchen, leben im Sommer von Blättern, Zweigen, Rinde, Wurzeln. Der Schaden, den sie hier anrichten, ist aber nicht fühlbar, da diese Organe in grosser Menge hervorgebracht werden; und die Pflanzen finden sich daher nicht veranlasst, dieselben durch besondere Vorrichtungen zu schützen. Anders verhält es sich mit den Samen, welche bei viel geringerem Angebot einer gesteigerten Nachfrage begegnen; diese haben als Schutz eine derbe, harte Schale erhalten, wenn sie aus der Frucht herausfallen, ebenso wenn die nicht aufsprin-

1) Vgl. Anmerkung 4 am Schlusse.

gende Frucht eine weiche Wandung hat, wie es bei den Beeren der Fall ist. Schützt dagegen die harte Wandung der nicht aufspringenden Frucht die Samen, so ist die Schale der letztern weich, wie bei den Haselnüssen und dem Steinobst.

Die meisten Früchte sind trocken und nicht geniessbar. Es muss aber für manche Gewächse nützlich sein, dass ihre Früchte von den Thieren zur Nahrung aufgesucht werden. Denn während die nicht essbaren von unscheinbarer Farbe, ohne Geruch und Geschmack sind, ziehen die Beeren, die Steinfrüchte, die Aepfel und Orangen schon von Weitem durch ihre glänzenden Farben die Aufmerksamkeit auf sich, sie locken in geringerer Entfernung durch den Geruch, sie fesseln den Kostenden durch den Geschmack. Warum kann es aber einer Pflanze Nutzen bringen, wenn ihre Früchte von den Thieren verschlungen werden? Hiefür giebt es zwei Gründe. Für die Entwicklung der Samen ist das thierische Excrement, mit dem sie entleert werden, sehr werthvoll. Es lassen sich Verhältnisse denken, wo die in dieser Weise gedüngten Samen einen entschiedenen Vorthail vor den ungedüngten haben. So giebt es einige Moose, die immer auf Excrementen oder vermodernden Thierleichen und thierischen Abfällen gefunden werden. Ferner haben die Gewächse, um ihre Samen vor dem Zahn der Thiere zu schützen, denselben oft so harte Schalen geben müssen, dass der Keim sie fast gar nicht zu durchbrechen vermag. Solche Samen gehen durch den Darmkanal des Thieres, ohne die Keimkraft zu verlieren; aber die harte Schale wird in der Beitze des Magensaftes mürbe. Um schnell junge Weissdornpflanzen aufzuziehen, giebt man in England die Früchte dieser Pflanze den Truthühnern zur Nahrung und säet dann die Excremente mit den darin enthaltenen Samen aus, welche nach dieser Behandlung sogleich keimen.

Einige interessante Verhältnisse bieten uns die für die Befruchtung getroffenen Vorkehrungen. Fast alle Organismen besitzen männliche und weibliche Fortpflanzungsorgane; nur wenige der allerniedrigsten bilden ihre Keime bloss auf geschlechtslosem Wege. Die Trennung der Geschlechter ist im Thierreiche, bis auf einige einfache hermaphroditische Formen, allgemein durchgeführt. Sie erweist sich als die nützlichere und vollkommnere Einrichtung, weil sie in Folge der Arbeitstheilung den männlichen und weiblichen Organismus befähigt, verschiedene Aufgaben des

des Lebens um so besser zu erfüllen. Sie ist auch vortheilhaft, weil der geschlechtliche Verkehr von Individuen, die genetisch allzu nahe verwandt sind, eine schwächliche und krankhafte Nachkommenschaft erzeugt. Das Sittengesetz fast aller Völker verbietet die eheliche Verbindung zwischen Geschwistern, zwischen Eltern und Kindern; und bekannt sind die übeln Folgen, welche fortgesetzte Heirathen in der nämlichen Familie in einzelnen Fällen nach sich gezogen haben. Wenn aber die Paarung von Geschwistern zum Nachtheil der Nachkommenschaft ausschlägt, so gilt diess noch vielmehr von der Selbstbefruchtung eines Hermaphroditen.

Dieser Berücksichtigung gegenüber muss es auffallend erscheinen, dass das Pflanzenreich in der Vertheilung der Geschlechter den Gegensatz zum Thierreich bildet. Bei den Gewächsen ist der Hermaphroditismus die Regel, besonders bei den höhern. Da ihnen die Ortsbewegung der Thiere mangelt, so hat die Befruchtung zwischen verschiedenen Individuen viel grössere Schwierigkeiten zu überwinden. — Die meisten Pflanzen getrennten Geschlechts kommen unter den Cryptogamen vor; die Uebertragung des befruchtenden Stoffes geschieht hier auf nassem Wege, und kann bei der Kleinheit der Individuen leicht zwischen ihnen vermittelt werden. — Die männlichen Elementarorgane der Phanerogamen sind die Pollenkörner des Blütenstaubs, ihrer Masse nach um das Hundert- und Tausendfache grösser als die Spermatozoen der Cryptogamen. Ihr Transport zu den weiblichen Organen einer andern Pflanze geschieht auf trockenem Wege durch die Luft. Der Wind ist hiefür ein sehr unsicheres Mittel; eine etwas zuverlässigere Hülfe sind die blüthenbesuchenden Insekten, welche den Staub an ihrem Leibe mit forttragen und auf den weiblichen Organen eines andern Gewächses zurücklassen können. Aber da es kein drittes unfehlbares Mittel für die Uebertragung der Pollenkörner von Pflanze zu Pflanze giebt, so konnten die Phanerogamen nicht über den Hermaphroditismus hinausgehen; sie mussten ihn beibehalten, um der regelmässigen Samenbildung sicher zu sein. Um jedoch den nachtheiligen Folgen einer allzu häufig wiederkehrenden Selbstbefruchtung zu entgehen, und um diese möglichst oft mit einer Kreuzung verschiedener Individuen abwechseln zu lassen, wurde Alles aufgeboten, was die Insekten anlocken und zur Besorgung des Befruchtungsgeschäftes veranlassen konnte.

Bei den meisten Phanerogamen sind die Fortpflanzungsorgane

von besondern Blättern umgeben, welche sich durch ihre bunten Farben, durch den eigenthümlichen Geruch und die Absonderung von Honig auszeichnen. Die ästhetische Naturbetrachtung findet in ihnen Schmuck und Zierde. Für die Pflanzen aber wären die nicht assimilirenden, durch ihre Aussonderungen und die langsamen Verbrennungsprocesse bloss stoffverzehrenden Blüthen eine arge Verschwendung, wenn sie nicht anderweitigen Nutzen brächten. Diese bunten und glänzenden Bekleidungen der Geschlechtswerkzeuge sind es eben, welche von weitem die Aufmerksamkeit der Insekten erregen, welche durch ihre Wohlgerüche die nähern anziehen, und welche durch ihren Honig das Thier für seinen Besuch belohnen und zum Wiederkommen einladen. Wir begreifen nun, warum es keine grünen Blumen giebt; sie würden in dem grünen Laub unbemerkt bleiben. Wir begreifen auch, warum der Honig nur im Grunde der Blüthe abgesondert wird; das hineinkriechende Insekt muss dabei entweder den Blüthenstaub von den Beuteln abstreifen oder den anderswo hergebrachten auf der Narbe zurücklassen. — Ich habe versuchsweise künstliche Blumen aus Papier, von denen die einen mit ätherischen Oelen besprengt waren, an grüne Zweige befestigt. Die Insekten kamen herbei und es war unverkennbar, dass sie sich besonders auf die duftenden Kronen setzten und in dieselben hineinkrochen. Allein der Mangel an Honig enttäuschte sie, und nach einiger Zeit hörte der Insektenbesuch fast ganz auf.

Die bunten Blumenkronen entwickelten sich nach und nach aus kleinen grünlichen Blättern. Diejenigen Pflanzen, welche in der Abänderung immer am weitesten gekommen waren, hatten die meiste Aussicht, sich mit einander zu kreuzen und kräftigere Nachkommen zu liefern, die im Stande waren, die andern aus der Selbstbefruchtung der unansehnlicheren Blüthen hervorgegangenen Individuen zu verdrängen.

Dass diese bunten Blätter in der Umgebung der Fortpflanzungsorgane nicht einem bestimmten morphologischen Plane, sondern nur dem physiologischen Nutzen ihr Dasein verdanken, geht deutlich aus zwei Reihen von Thatsachen hervor. Einmal ist ihre morphologische Bedeutung ganz verschieden, und kann selbst bei nah verwandten Gattungen abweichen.¹⁾ Ferner kommen sie nur

1) Meist sind es Blumenblätter, zuweilen Kelchblätter (Eisenhut, Helleborus), zuweilen irgend welche Hochblätter in der Nähe der Blüthen (Aroideen, Cornus florida etc.)

da vor, wo es Vortheil bringt, die Insekten anzuziehen. Sie mangeln den Cryptogamen und den unter Wasser blühenden Phanerogamen gänzlich. Bei den übrigen sind die buntgefärbten Theile klein, wenn viele Blüthen beisammen stehen und als Masse wirken, so beim Löwenzahn; an einzeln stehenden Blüthen erreichen sie eine beträchtliche Grösse, so bei der Tulpe, bei der Pfingstrose. Es scheint auch, dass Gewächse mit stark riechenden Blättern nicht so grosse und lebhaft gefärbte Blüthen bedürfen, wie wir das an der Münze, am Thymian, Lavendel, Rosmarin sehen. — Besonders merkwürdig sind die Pflanzen mit zweierlei fruchtbaren Blüthen; unter den einheimischen gehören hieher die Veilchenarten, der Sauerklee, die gelbe Balsamine. Bei denselben trägt der gleiche Stock grosse bunte und kleine unscheinbare kronlose Blüthen. Die letztern sind ausschliesslich zur Selbstbefruchtung tauglich, weil der Blüthenstaub nicht aus den Staubbeuteln austritt; die ersteren verstäuben und können zur Befruchtung anderer Pflanzen dienen. Für jene wäre der Insektenbesuch ohne Erfolg; diesen ist er nützlich und sie sind allein mit den Mitteln ausgerüstet, ihn herbeizuziehen.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Alpenpflanzen grössere und intensiver gefärbte Blüthen besitzen, als die der Ebene. Eine genügende Erklärung mangelte bis jetzt für diese Erscheinung. Ich finde sie darin, dass in der alpinen Region die Insektenwelt spärlicher vertreten ist, wesswegen die Anstrengungen, sie anzulocken, vermehrt werden mussten. Nur die mit den grössten und glänzendsten Blumen begabten Pflanzen gelangen dort zur Befruchtung und Samenbildung, während in der Ebene auch mittelgrosse Blüthen an der Fortpflanzung und Kreuzung theilnehmen.

Denken wir uns den Fall, die Insektenwelt würde gänzlich und für immer vernichtet, und fragen wir nach den Folgen, die ein solches Ereigniss auf die Pflanzen hätte. Wenn die Umbildung der Organismen gemäss der Nützlichkeitstheorie erfolgt, so müsste die Entfernung der bedingenden Ursache eine Rückkehr zu der ursprünglichen Form veranlassen. Abgesehen davon, dass manche Phanerogamen wegen verminderter oder mangelnder Samenbildung ausstürben, müssten alle andern mit der Zeit ihre grossen schönen Blüthen verlieren. Bei der fortwährenden individuellen Abänderung der Organismen würden sich, wie es auch jetzt der Fall ist, Varietäten mit kleineren Blumenkronen und geringerer

Honigabsonderung bilden. Diese Varietäten, die jetzt bei der Anwesenheit der Insekten unvortheilhaft sind und desswegen zu Grunde gehen, wären alsdann nützlich, und sie würden die jetzigen Formen verdrängen, in der Folge aber ihrerseits von noch weiter gehenden Abänderungen verdrängt werden. Nach einer oder zwei Erdperioden gäbe es keine bunten Blüthen und keine Honiggefässe mehr, die Fortpflanzungsorgane wären wie bei den Cryptogamen von kleinen grünlichen Blättern umgeben. Die Pflanzen hätten aber vielleicht ein anderes Mittel gefunden, um die Befruchtung zwischen verschiedenen Individuen zu ermöglichen, und dieses Mittel hätte zur Ausbildung neuer zweckdienlicher Organe Veranlassung gegeben.

Dies ist die durch das Nützlichkeitsprincip geregelte Transmutation der lebenden Wesen. Nach Darwin liegt zwar die individuelle Veränderlichkeit in der Natur des Organismus; aber sie erfolgt nach allen möglichen Seiten, und die bestimmte Richtung, welche sie durch eine Reihe von Generationen einschlägt, hängt bloss von den äussern Ursachen ab. Seine Theorie schliesst ein Gesetz nothwendiger Vervollkommnung ausdrücklich aus. Es ist nun die Frage: Reicht dieses Princip zur Erklärung der That-sachen hin? Die consequente Durchführung desselben stösst, wie mir scheint, auf einige Widersprüche und Unmöglichkeiten.

Nach der Nützlichkeitsstheorie muss eine Art, die sich unter gewissen Verhältnissen befindet, früher oder später zu der für diese Verhältnisse passendsten Form gelangen und dieselbe so lange unverändert behalten, als nicht eine Modification in der äussern Umgebung eintritt. Daraus lassen sich zwei Folgerungen ziehen, die mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmen. Jene Art würde einmal, in andere Umgebungen gebracht, sich diesen anbequemen und in eine denselben entsprechende Form (Varietät, Race, Art) übergehen. Unter die ersten Verhältnisse zurückversetzt, müsste sie genau in die erste Form zurückfallen, denn es ist die für diese Bedingungen

günstigste Anpassung.¹⁾ Die Erfahrung zeigt nun aber, dass eine Kulturrace, die verwildert und also unter die früheren Lebensbedingungen zurückkehrt, nicht in die ursprüngliche wilde Form, sondern in irgend eine neue sich umwandelt. — Eine andere Folgerung ist die, dass zwei verwandte Arten, die unter die nämlichen äussern Verhältnisse gebracht werden und daselbst bis zu vollkommener Anpassung verbleiben, in die nämliche Art übergehen müssten, weil es eben für einen gewissen Kreis morphologischer und physiologischer Ausbildung und für einen Complex fremder Einflüsse nur eine nützlichste Form geben kann. Dem widerspricht das Nebeneinandervorkommen nächst verwandter Pflanzenarten auf der gleichen Localität.

Der Umstand, dass in unserer Zeit neben den am höchsten organisirten Arten eine Menge niedriger und selbst die allereinfachsten vorkommen, beweist uns nach der Nützlichkeitstheorie, dass auch die letztern eine Stelle im Haushalt der Natur finden und nicht durch andere zu ersetzen sind. Die Moose, die Flechten, die Wasserfäden, selbst die mikroskopischen einzelligen Algenpflänzchen sind die für ihre Verhältnisse nützlichsten Anpassungen. Im mittlern und nördlichen Europa machen die Cryptogamen

-
- 1) Darwin sagt zwar das Gegentheil. Man begreife leicht, dass eine einmal zu Grunde gegangene Art nicht wieder zum Vorschein kommen könne, selbst wenn die nämlichen unorganischen und organischen Lebensbedingungen nochmals eintreten. Denn obwohl die neue Art die alte vollkommen ersetze, so können doch beide nicht identisch sein, weil sie gewiss von ihren Stammvätern auch verschiedene Charaktere mitgeerbt haben. — Letzteres ist allerdings richtig; allein es beweist nicht, dass nicht das Endresultat in beiden Fällen das nämliche sei. Wenn die individuelle Veränderung, wie Darwin annimmt, unbestimmt ist und sich in allen möglichen Abweichungen versucht, wenn die Transmutation nur durch den Nutzen allein geleitet wird, so muss von zwei nahe liegenden Ausgangspunkten dasselbe Ziel erreicht werden, vorausgesetzt, dass die Transmutation so lange andauern kann, bis die mitgeerbten Eigenschaften gegen diejenigen ausgetauscht worden sind, welche die nützlichste Anpassung darstellen. — Wenn dagegen die individuelle Abänderung in bestimmter Richtung thätig ist und die Transmutation zur Vervollkommnung führt, so begreifen wir sogleich, dass eine Art als ein Durchgangspunkt in der aufsteigenden Reihe nur einmal auftreten kann, und dass, um diesen Punkt noch einmal zu durchlaufen, die nämliche Reihe sich vollständig wiederholen müsste.

mehr als die Hälfte aller Pflanzenarten aus; die äussern Einflüsse sind also hier für die Existenz der niedern Gewächse ebenso günstig als für die der höhern. Es müssten demnach, wenn die individuellen Veränderungen gleich sehr nach allen möglichen Richtungen geschehen könnten, von einem gewissen Punkte aus nicht nur aufsteigende, zu einer höhern Organisation führende Reihen, sondern auch horizontale und absteigende Reihen ausgehen können. Ein Moos z. B. müsste sich nicht nur in Gefässcryptogamen und Phanerogamen, sondern auch in niedere Pflanzen, selbst in einzellige Algen verwandeln können. Ferner müssten, wenn von einem Punkte Reihen nach allen Seiten ausstrahlen könnten, von zwei verschiedenen Ausgangspunkten auch convergirende Reihen möglich sein. Diess widerstreitet den jetzt bekannten Thatsachen betreffend die Aufeinanderfolge der Arten, welche sich durch das Bild einer baumartigen Verzweigung, also durch das Bild von aufsteigenden und zugleich divergirenden Reihen ausdrücken lässt.

Wäre es überhaupt denkbar, dass die ganze complicirte Organisation der höchsten Pflanze und des höchsten Thiers bloss durch nützliche Anpassung sich nach und nach aus dem Unvollkommeneren herausgebildet habe, dass das mikroskopische einzellige Pflänzchen bloss durch den Kampf um das Dasein nach zahllosen Generationen zum Apfelbaum geworden? Darüber gibt uns folgende Betrachtung einigen Aufschluss. Die höchste Organisation thut sich in zwei Momenten kund, in der mannigfaltigsten morphologischen Gliederung und in der am weitesten durchgeführten Theilung der Arbeit. Beide Momente fallen im Thierreiche in der Regel zusammen, da das nämliche Organ auch die gleiche Verrichtung besitzt. Bei den Pflanzen aber sind sie unabhängig von einander; die gleiche Function kann von ganz verschiedenen Organen, selbst bei nah verwandten Pflanzen übernommen werden; das nämliche Organ kann alle möglichen physiologischen Verrichtungen vollziehen. Es ist nun bemerkenswerth, dass die nützlichen Anpassungen, welche Darwin für die Thiere anführt und die man in Menge für das Pflanzenreich auffinden kann, ausschliesslich physiologischer Natur sind, dass sie immer die Ausbildung und Umbildung eines Organs zu einer besondern Function aufzeigen. Eine morphologische Modification, welche durch das Nützlichkeitsprincip zu erklären wäre, ist mir im Pflanzenreiche nicht bekannt; und ich sehe selbst nicht ein, wie dieselbe erfolgen könnte, da die

allgemeinen Prozesse der Gestaltung sich gegen die physiologische Verrichtung so indifferent verhalten.

Die Nützlichkeitstheorie verlangt die Annahme, die auch von Darwin ausgesprochen wird, dass indifferente Merkmale variabel, die nützlichen dagegen constant seien. Die rein morphologischen Eigenthümlichkeiten der Gewächse müssten demnach am leichtesten, die durch eine bestimmte Verrichtung bedingten Organisationsverhältnisse am schwierigsten abzuändern sein. Die Erfahrung zeigt das Gegentheil. Die Stellungsverhältnisse und die Zusammenordnung der Zellen und Organe sind sowohl in der Natur als in der Kultur die constantesten und zähesten Merkmale. Bei einer Pflanze, die gegenüberstehende Blätter und vierzählige Blütenkreise hat, wird es eher gelingen, alle möglichen die Function betreffenden Abänderungen an den Blättern als eine spiralige Anordnung derselben hervorzubringen, obgleich diese als für den Kampf um das Dasein ganz gleichgültig durch die natürliche Züchtung zu keiner Constanz hätte gelangen sollen.

Die klimatischen Verhältnisse haben auf die Erzeugung von Varietäten und Racen einen sehr geringen Einfluss, wie wir aus dem grossen Verbreitungsbezirk mancher Arten, sowie aus den Kultur- und Zuchtversuchen wahrnehmen, wo die Bildung von zwei oder mehreren ungleichen Racen unter den gleichen äussern Verhältnissen erfolgt. Desswegen legt Darwin mit Recht ein viel grösseres Gewicht auf die mitbewerbende belebte Umgebung als auf die klimatischen Einflüsse. Im Anfange gab es nur eine oder einige wenige Arten einzelliger Pflanzen. Mitbewerber waren keine vorhanden und die äussern Bedingungen auf der ganzen Erdoberfläche die nämlichen. Nach der Nützlichkeitstheorie fehlte es an den Hebeln, welche die Entstehung nützlicher Abänderungen bedingen; sie vermag nicht zu erklären, warum zusammengesetztere und höher organisirte Wesen sich entwickelten. Sie vermag es um so weniger, als gerade die einzelligen Gewächse sich so höchst indifferent gegen die äussere Umgebung verhalten; in unserer Zeit finden wir die gleiche Art über verschiedene Zonen verbreitet, also unter den verschiedensten klimatischen Verhältnissen und umgeben von der mannigfaltigsten Thier- und Pflanzenwelt.¹⁾

1) Darwin hat diese Frage ebenfalls berührt. Er vermag darauf keine genügende Antwort zu geben, sondern nur zu sagen, dass

Aus diesen Gründen scheint es mir geboten, neben der Nützlichkeitstheorie auch die der Vervollkommnung anzuerkennen. Diese fordert die Annahme, dass die individuellen Veränderungen nicht unbestimmt, nicht nach allen Seiten gleichmässig, sondern vorzugsweise und mit bestimmter Orientirung nach Oben, nach einer zusammengesetzteren Organisation zielen. Sie führt zu dem Schlusse, dass die Entwicklung der organischen Reiche nicht planlos herumtappe und ihr Correctiv nicht lediglich in der Existenzfähigkeit finde, sondern dass sie nach bestimmtem Plane erfolge. Es ist hiefür keine übernatürliche Einwirkung nöthig, welche den Abänderungsprocess leitet. Wie aus einer Eizelle, vermöge ihrer eigenthümlichen chemischen und physikalischen Zusammensetzung, nur eine bestimmte Pflanzen- oder Thierspezies sich entfaltet, so ist in den durch Urzeugung entstandenen einzelligen Organismen bloss die Möglichkeit analoger Entwicklungsreihen, wie sie uns im Pflanzen- und Thierreich entgegentreten, enthalten. Aus den spontan erzeugten Zellen konnte wohl ein Löwe und ein Apfelbaum werden, nicht aber, und wenn die äussern Verhältnisse noch so günstig dafür gewesen wären, ein Geschöpf, das zwischen Löwe und Apfelbaum die Mitte hielte oder von beiden gleich sehr abweichend einem dritten organischen Reiche angehörte.¹⁾

wir nicht im Besitze leitender Thatsachen sind, wesshalb alle unsere Spekulationen in dieser Beziehung ohne Boden und Nutzen sind« (Üebersetzung von Bronn 1860 pag. 137). Er verfährt hierin nicht ganz logisch. Er stellt ein Princip auf und verfolgt es weit über die leitenden Thatsachen, welche nur bis zur Racenbildung reichen, hinaus zur Bildung der Art, Gattung, Ordnung, Classe. Warum soll das Princip nicht bis zum Ende oder vielmehr bis zum Anfang angewendet werden? Leitender Thatsachen bedurfte es nur, um das Gesetz festzustellen. Es ist nicht nur erlaubt, sondern selbst wissenschaftlich geboten, zu untersuchen, ob es für die Erklärung aller Thatsachen ausreiche.

- 1) Die Vervollkommnungstheorie setzt voraus, dass der Organismus in sich die Tendenz habe, in einen complizirter gebauten sich umzubilden, und daraus folgt denn zugleich auch, dass aus den ursprünglichen Zellen nur bestimmte aufsteigende Entwicklungsreihen hervorgehen, und dass diese nicht rückwärts durchlaufen werden konnten. Es mangeln zwar genau zutreffende Analogieen. Wir können aber doch sagen, dass, wie in der unorganischen Natur aus den gegebenen Elementen nur bestimmte chemische Verbindungen und bestimmte Crystallformen hervorgehen können, so sei es denkbar, dass die aus Kohlenhydraten und Proteinstoffen gebildeten Zellen eine eigenthümliche Entwicklungsbewegung

Das Nützlichkeitsprincip hat auf die Ausbildung der physiologischen, das Vervollkommnungsprincip vorzugsweise auf die Umgestaltung der morphologischen Eigenthümlichkeiten Einfluss. Das erstere wird in den meisten Fällen durch Häufung kleiner unscheinbarer Abänderungen zur Racen- und Artenbildung führen. Das zweite wirkt seiner Natur nach mehr durch sprungweise Uebergänge, weil zwischen manchen morphologischen Typen, wenigstens im Pflanzenreiche, die Zwischenstufen undenkbar und unmöglich sind. Die Umbildung einer Art, welche bloss unter dem Einflusse des Kampfes um das Dasein, also bloss nach dem Nützlichkeitsprincip erfolgt, muss stille stehen, sobald die vollkommene Anpassung an die umgebenden Verhältnisse gefunden ist. Die Umbildung, welche durch das Bestreben nach Vervollkommen verursacht wird, kann auch bei gleichbleibenden äussern Verhältnissen fortdauern und einen morphologischen Fortschritt herbeiführen, welcher eine neue entsprechende Anpassung der Function noth-

mit bestimmten Richtungen einleiten, und dass alle übrigen denkbaren Organisationsformen nothwendig ausgeschlossen sind. — Wir können ferner annehmen, dass wie in der Zelle die Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Sauerstoff- und Stickstoffatome das Bestreben zeigen, sich zu immer complicirteren und höhern Verbindungen zu vereinigen, so auch den Zellen von Natur die Neigung zukomme, in immer grösserer Zahl und zu immer complicirteren Gebilden zusammenzutreten. — Wir können endlich hervorheben, dass der individuelle Organismus, welcher bei seiner Entwicklung gewissermassen eine Reihe von niedern Organisationsformen durchläuft, bei der Fortpflanzung in den einzelligen Zustand und beim Absterben in die chemischen Verbindungen auf ganz anderm Wege zurückkehrt, dass bei ihm die Involution etwas von der Evolution himmelweit Verschiedenes ist, und dass er darin den zusammengesetzten organischen Verbindungen gleicht, welche bei der Zersetzung nicht in die Verbindungen der rationellen Zusammensetzung zerfallen. Es ist nun denkbar, und dafür spricht Alles, was wir von der Geschichte der Reiche wissen, dass die höhern Organismen durch die Fortpflanzung nicht in die niedern, aus denen sie entstanden sind, auf dem gleichen Wege zurückkehren können. Diess wäre aber nothwendig, wenn gemäss dem Nützlichkeitsprincip die individuellen Veränderungen ganz unbestimmt wären und die Racenbildung bloss durch den Nutzen geregelt würde. Es mag ausnahmsweise wohl vorkommen, dass ein vollkommenerer Organismus durch Rückbildung auf eine tiefere Stufe zurücksinkt; aber dann wird der Weg dieser Involution und das Ziel, bei dem sie anlangt, ganz verschieden von der Evolution sein.

wendig macht. — Beide Umbildungen aber werden gemäss dem Gesetze der Erblichkeit, welches alte, durch viele Generationen vererbte Merkmale mit zäher Gewalt festhält, junge dagegen leicht preisgibt, bald äusserst langsam, bald ziemlich rasch erfolgen.¹⁾

Das Vervollkommnungsprincip gestattet keinen Stillstand; die organische Welt muss sich in ihrer Entwicklung vorwärts bewegen. Wenn auch eine Art durch eine ganze geologische Periode und länger gleich zu bleiben scheint, so gehen doch innere Veränderungen vor sich, welche endlich mit Nothwendigkeit die morphologische Weiterbildung herbeiführen. Es müssten daher der jetzigen Flora und Fauna die niedern Organismen mangeln,

1) Ich hebe noch ausdrücklich hervor, dass ich mit dem Vervollkommnungsprincip nicht etwa, wie es in früheren Zeiten geschehen ist, den Gedanken verbinde, dass aus niedern Organismen plötzlich und unvermittelt höhere entspringen. Diese Theorie scheint auch in der »heterogenen Zeugung« Kölliker's zu liegen (Ueber die Darwin'sche Schöpfungstheorie pag. 10), wobei der Verfasser auf den Generationswechsel hinweist, dann fernerhin auf die That-sache, dass die Embryonen grösserer Thiergruppen sich ungemein ähnlich sehen, sowie endlich auf die abweichenden Bildungen von Männchen und Weibchen — oder Männchen, Weibchen und Arbeitern bei der gleichen Thierspezies. Aus dem Pflanzenreiche könnte man unter Anderm als frappantes Beispiel den Dimorphismus anführen. Wie viel Verführerisches aber auch in einer solchen Theorie liegt und wie leicht sie uns auch über manche Schwierigkeiten, besonders der erforderlichen Zeitdauer hinweghilft, so ist sie doch nichts weiter als eine Möglichkeit, und als solche nach meiner Ansicht nicht mehr an der Zeit. Der wichtige Fortschritt, den die Lehre von der Entstehung der Arten in neuerer Zeit gemacht hat, besteht darin, dass sie sich nicht mehr in dem Gebiete der Möglichkeiten, sondern wirklicher That-sachen bewegt. Diess gilt wenigstens für das Pflanzenreich; denn die Ausbildung von Racen, die sich in allen Beziehungen wie Arten verhalten, ist unzweifelhaft, und damit reicht man für die Entwicklung des ganzen Reiches aus. Diese Racenbildung geschieht bald durch allmählichen, bald durch sprungweisen Uebergang. Wenn aber die Transmutation grössere Sprünge machen könnte, so sollte man bei den zahllosen Kulturversuchen einmal etwas davon wahrgenommen haben. Bis die Erfahrung solche grössere Sprünge kennt, scheint es geboten, nicht über die Veränderung, wie sie die Racenbildung lehrt, hinauszugehen. Ob diess freilich für das Thierreich ebenfalls plausibel und ausreichend sei, kann ich nicht hinreichend beurtheilen.

wenn die Reiche nur von einer im Anfange entstandenen Urzelle abstammten. Hat aber, wie ich es wahrscheinlich zu machen suchte, durch alle Zeiten hindurch Urzeugung stattgefunden, so mussten auch jederzeit alle Organisationsformen von den niedersten bis zu den höchsten vertreten sein. Denn die Entwicklung der Reiche hat fortwährend von neuem begonnen und aufsteigende Reihen durchlaufen, die den früheren analog waren, aber wegen der veränderten Verhältnisse in modifizirter Form auftraten. Unter den jetztlebenden Pflanzen stammen nach dieser Annahme die Phanerogamen wenigstens theilweise von den zuerst entstandenen einzelligen Gewächsen, die Gefässcryptogamen von viel später entstandenen ab; die Moose, die Flechten, die Wasserfäden haben der Reihe nach einen immer spätern Ursprung. Das Pflanzenreich in seiner gegenwärtigen Gestalt zeigt uns zwar aufsteigende Reihen; aber es sind nicht die wirklichen Generationsreihen, sondern nur die ungleich hohen Enden verwandter Reihen.

Ich habe bis jetzt die Frage zu beantworten gesucht, wie wir uns die Entstehung der organischen Welt auf natürlichem Wege zu denken haben. Die einfachsten Organismen bilden sich durch Urzeugung, die übrigen durch Transmutation im Laufe zahlloser Generationen, wobei die einzuschlagende Richtung und die zu erreichenden Ziele theils in der Eigenthümlichkeit der ersten Zellen vorgezeichnet sind, theils durch die Existenzbedingungen bestimmt werden. Es würde weit über die Grenzen dieses Vortrages hinausgehen, wenn ich die Resultate, welche aus dieser Theorie für den Aufbau des Pflanzenreiches und für das gegenseitige Verhältniss der systematischen Kategorien sich ergeben, weiter entwickeln und mit den thatsächlichen Verhältnissen zusammenhalten wollte. Ich will nur einige Andeutungen geben, welche zeigen mögen, dass die Transmutationslehre eine einfache Lösung für die Räthsel bietet, welche die Lehre von den unveränderlichen Arten ungelöst lassen musste.¹⁾ Die Vergleichung

1) Ich werde an einem andern Orte die Gründe ausführlicher darlegen, welche die Annahme der Artveränderlichkeit im Pflanzenreiche nach meinem Dafürhalten nothwendig machen, sowie die Folgen,

wird sehr erleichtert, wenn wir uns ein klares Bild machen, wie die Pflanzenwelt nach der einen und andern Theorie beschaffen sein müsste.

Wenn die Arten unveränderlich und somit auch absolut verschieden sind, so müssen sie durch constante Merkmale characterisirt und durch unausfüllbare Lücken getrennt sein; Uebergangsformen zwischen ihnen kann es nicht geben, es wären denn Bastarde. Die Species stellen allein die wahrhaft realen Begriffe dar. Alle Modificationen innerhalb derselben sind unfassbar, weil in's Unendliche variabel und theilbar; Varietäten und Racen gehen durch Zwischenformen in einander über. Die Oberbegriffe, wie Gattung, Ordnung, Classe sind reine Abstractionen unsers Verstandes, daher willkürlich und ohne Anspruch auf unbedingte Wahrheit.

Diess ist das eine Bild. Wie gestaltet sich nun das andere, dem die Veränderlichkeit zu Grunde liegt? Wenn eine Pflanzenform zu variiren anfängt, so machen sich zuerst einzelne Varietäten bemerkbar, die durch Mittelformen untereinander zusammenhängen. So wie sich die Varietäten bestimmter und weiter ausbilden und zu Racen werden, treten die Zwischenformen immer mehr zurück. Sie mangeln, wenn die Racen zu Arten geworden, gänzlich, und können bloss noch durch Bastardirung hervorgebracht werden. Bei constanter Divergenz der Bewegung gehen die Arten in Gattungen, diese in Ordnungen und Classen über. Zwischen den genannten Kategorieen giebt es keine absoluten Unterschiede; es handelt sich bei ihnen nur um ein Mehr oder Weniger. — Die Formen, welche gleichzeitig leben und die jetzige Pflanzenwelt ausmachen, sind je nach dem Stadium der divergirenden Bewegung, in dem sie sich befinden, Varietäten, Racen, Arten, Gattungen, Ordnungen oder Mittelglieder dieser Kategorien. Der

die sich daraus für die Behandlung der Systematik, besonders der Species ergeben. Ich werde daselbst auch nachzuweisen suchen, wie genau die zu beobachtenden thatsächlichen Verhältnisse der Pflanzenwelt mit der Theorie übereinstimmen, dass die Arten aus Varietäten und Racen entstanden seien, und wie sehr die Meinung, es müsste aus dieser Theorie ein Zusammenfliessen der Species durch Mittelformen, statt einer scharfen Trennung derselben folgen, auf Nichtbeachtung der massgebenden Principien beruht.

Schwerpunkt der naturgeschichtlichen Betrachtung liegt nicht mehr in der Species, sondern darin, dass jede systematische Kategorie als eine natürliche Einheit gefasst wird, welche den Durchgangspunkt einer grossen entwicklungsgeschichtlichen Bewegung darstellt. Die Gattung und die höhern Begriffe sind keine Abstractionen sondern concrete Dinge, Complexe von zusammengehörigen Formen, die einen gemeinsamen Ursprung haben.

Vergleichen wir mit diesen beiden Bildern die Wirklichkeit, so gleicht sie dem zweiten zum Verwechseln sowohl im Ganzen als in jedem einzelnen Zug. Die Racen, die auf künstlichem Wege erzogen wurden, verhalten sich ähnlich wie wirkliche Arten; sie haben einen analogen Formenkreis und eine analoge Constanz; sie zeigen bei der Bastardbildung ebenfalls eine verminderte Fruchtbarkeit, und ihre Bastarde sind, wie diejenigen der Arten, eigenthümliche Formen, die sonst auf keine andere Weise entstehen können. Ebenso wenig lassen sich die in der Natur vorkommenden Racen von den Arten streng und scharf unterscheiden. Das einzige absolute Merkmal für die Species, die Unveränderlichkeit, wird selbst von denen, die sie in der Theorie annehmen, in der Praxis preisgegeben, indem sie von Mittelformen, von dem Uebergange der einen Species in die andere, von ihrem Ausarten, von ächten oder typischen und von abweichenden Formen einer Art, von bessern und schlechtern Arten sprechen. Diese Ausdrucksweisen sind allerdings der Wirklichkeit vollkommen angemessen, allein sie passen nur zu der Theorie der Veränderlichkeit. Es ist daher begreiflich, dass die Ansichten der Botaniker über das, was als Art zu betrachten sei, immer weiter auseinander weichen. Von den in Deutschland wachsenden Hieracien wurden über 300 Arten unterschieden; Fries führt sie als 106, Koch als 52 Arten auf; Andere nehmen deren kaum 20 an. Die um Weissenburg vorkommenden Brombeersträucher wurden von Ph. J. Müller in 60 Arten gespalten, alle am Oberrhein und im Schwarzwald, also auf einem viel grössern und mannigfaltigern Gebiet wachsenden von Spenner und von Döll in eine einzige vereinigt. Es giebt kein Genus von mehr als 4 Species, über dessen Arten alle Botaniker einig wären, und es liessen sich viele Beispiele aufführen, wo seit Linné die nämlichen Arten wiederholt getrennt und zusammengezogen wurden. Der bisherigen Systematik wurzelte der Begriff der Species in dem Gebiete des Glaubens; er war unzugänglich der wissenschaftlichen Erkenntniss und der Prüfung durch That-

sachen; er war der Spielball des individuellen Gutfindens, des Taktes, der Willkühr. Der künftigen Systematik wird er eine wissenschaftliche Kategorie sein, für die es bestimmte in der Natur zu beobachtende, durch das Experiment zu prüfende Merkmale giebt; und zwei Beobachter werden bei genauer Untersuchungsmethode nothwendig zum gleichen Resultat gelangen müssen, wie in allen empirischen Wissenschaften.

Wenn die Organismen aus einander hervorgegangen sind, so verhalten sich die Beziehungen der gleichzeitig lebenden Arten wie diejenigen der Individuen eines Menschenstammes mit gemeinschaftlichem Ursprunge. Die Verwandtschaft ist eine genealogische wie die der letzten Zweige eines Stammbaums. Dem entspricht, dass in den einen Gebieten des Pflanzenreiches die Racen, in andern die Arten, in noch andern die Gattungen oder die Ordnungen und Classen deutlicher ausgeprägt und schärfer umschrieben sind, was von der früher oder später eintretenden, rascher oder langsamer sich wiederholenden Spaltung des Stammbaums abhängt. Der genealogischen Verwandtschaft entspricht ferner die geographische Verbreitung; die Formen wohnen nämlich um so näher beisammen, je ähnlicher sie einander sind. Dieses Princip der geographischen Vertheilung ist in neuester Zeit von den Paläontologen und Geologen vielfach in Anspruch genommen worden, um Schlüsse auf die Umgestaltungen des festen Landes während der Erdperioden zu ziehen, und um die Landkarten jener Zeiten festzustellen. So wird, um ein Beispiel anzuführen, aus der Verwandtschaft der jetzigen Vegetation Nordamerika's mit den fossilen Pflanzen Europa's gefolgert, dass zur Tertiärzeit die beiden Continente durch eine Brücke, durch ein grosses Land, die Atlantis genannt, verbunden gewesen, und dass diese Brücke zuerst in der Nähe Amerika's überfluthet worden sei. Dieser Schluss und alle ähnlichen sind nur dann erlaubt, wenn man an der natürlichen Entstehung der spätern Arten aus den frühern festhält. So wird die wissenschaftliche Behandlung der Art nicht nur massgebend für die Naturgeschichte selbst, sondern auch fruchtbringend für andere Wissenschaften. ¹⁾

1) Ich habe hier der Beziehungen, welche alle Arten eines Reiches unter einander zeigen und welche bloss durch die Transmutation

Ich wende mich schliesslich noch zu der Frage, welches das Ende der Arten sei? Die Ansicht, welche sie periodenweise durch einen übernatürlichen Schöpfungsakt entstehen liess, musste sie consequenterweise auch durch einen übernatürlichen Vernichtungsakt zu Grunde gehen lassen. Dem widersprechen die tatsächlichen Beobachtungen, indem die Arten, wie sie nicht mit einander erschienen, auch nicht mit einander verschwanden. Die einen haben kürzere, die andern längere Zeit gedauert; die einen haben nur eine, die andern mehrere geologische Perioden gesehen. Aber keine, so viel uns das Buch der Naturgeschichte mit den steinernen Blättern sagt, ist von ewiger Dauer. Von allen jetzt lebenden Pflanzenarten reicht keine über die Tertiärzeit hinauf; von der reichen Vegetation der Kohlenperiode sind sämtliche Formen ausgestorben.

Der Untergang einer Art wird immer dadurch herbeigeführt, dass ihre Träger im Kampfe um das Dasein unterliegen. Bald sind es die veränderten klimatischen Unterlagen, bald die neue thierische und vegetabilische Umgebung, wodurch die Fortexistenz unmöglich wird. Häufig sind es aus ihrem eigenen Schoosse entsprungene Tochterarten, welche auf die gleichen Existenzbedingungen angewiesen, aber existenzfähiger, den Zweikampf um Raum

erklärt werden können, nicht mehr erwähnt, da dieser Punkt schon Eingangs angedeutet wurde. Die Erscheinungen sind so überwältigend, dass selbst die Worte des eifrigsten Gegners der Transmutation als Zeugniß für dieselbe angeführt werden können. Agassiz (an Essay on Classification 1859) führt aus, die Organismen der verschiedenen Zeiten und der verschiedenen Zonen seien so sehr nach einem Plane angelegt, dass ein innerer Zusammenhang angenommen werden müsse. Diesen Zusammenhang erklärt er nun zwar daraus, dass Alles aus der Hand einer zum voraus überlegenden Intelligenz hervorgegangen sei. Er verlangt dann aber, dass auch die unorganischen Phänomene, die Gesetze der chemischen Affinität, die Wirkung der physischen Kräfte, die allgemeine Attraction unter dem nämlichen Gesichtspunkte betrachtet werden sollen, d. h. als Schöpfungen einer göttlichen Intelligenz. — Die Anhänger der Transmutation fordern nichts anderes als diese von Agassiz proclamirte Gleichstellung der unorganischen und organischen Natur und gleiche wissenschaftliche Behandlung der materiellen Welt. Der Anfang und die Erhaltung alles Seienden aber gehört nicht mehr dem Gebiete der Forschung, sondern dem des Glaubens an.

und Nahrung mit der Mutterart kämpfen und darin obsiegen. Man sagt im letztern Falle, mit einem nicht ganz richtigen Ausdrucke, die Arten gehen in verwandte Arten über. Ist die Mutterart über ein ganzes Land verbreitet, so werden die Anfänge der Tochterarten an einem oder einigen wenigen Punkten auftreten und von da aus allmählich die Mutterart verdrängen. Diese stirbt also in der That aus wie ein Individuum; die neue Art entwickelt sich, ebenfalls wie ein Individuum, aus einem kleinen Keime, den man ihr Verbreitungscentrum nennt.

Erfolgt der Tod einer Art lediglich durch die äussern ungünstigen Verhältnisse und wäre ihr unter günstigen Umständen eine ewige Dauer gewährt? Oder wirken auch innere Ursachen mit, welche endlich mit Nothwendigkeit den Untergang nach sich ziehen? Es ist das nämliche Problem, welches auch für das Pflanzenindividuum noch streitig ist. Meiner Ansicht nach sind die Eingriffe von Aussen zwar immer die Veranlassung des Todes für einen mehrtausendjährigen Baum; aber es bedarf, je altersschwächer er geworden, um so weniger, sein Leben zu vernichten. Mit der Art wird es sich ebenso verhalten, wenn die Veränderung in den Individuen überwiegend nach einer Seite hin wirkt und nach Vervollkommnung strebt. Sie kann dann nicht stabil bleiben; sie muss sich bewegen und die Bewegung muss nach einer endlichen Zeit zum Untergange führen, wobei es von innern und äussern Ursachen abhängt, ob die Art spurlos verschwinde, oder ob an ihre Stelle eine oder mehrere von ihr abstammende treten.

Wir wissen von Arten, die noch in historischer Zeit gelebt haben, und von denen jede Spur ausgelöscht ist; unter den Pflanzen sind es einige Cycadeen, unter den Thieren besonders die riesenhaften Vögel auf den Inseln der südlichen Halbkugel. Andere Arten sind im Aussterben begriffen; die Cedern des Libanon, die Mammuthbäume Californiens, die *Encephalartos*-Bäume, von denen man in Afrika nur noch einzelne uralte Stämme antrifft, werden nach nicht gar langer Zeit bloss noch in unsern Gärten und Gewächshäusern existiren; aus unserer Fauna wird der Steinbock, der Auerochs, der Lämmergeier, aus der Fauna Neuhollands mehrere der dortigen merkwürdigen und abnormalen Thiere verschwinden.

Diese vereinzelt Beispiele sind die Vorläufer einer in der

Zukunft bevorstehenden massenhaften Vernichtung von Pflanzen- und Thierarten, wie sie in grauer Vergangenheit mehr als einmal eingetreten ist. Damals waren es klimatische Veränderungen und das Auftauchen von neuen Organisationsformen, namentlich von neuen Thieren, welche die Physiognomie der Pflanzendecke und der sie bewohnenden Thierwelt umgestalteten. Jetzt ist es das letzte und höchste Glied der organischen Welt, der Mensch, welcher die Revolution vollzieht; und diese Umwälzung wird eine viel durchgreifendere und vollständigere sein, weil sie mit Intelligenz und Absicht vollbracht wird. An die Stelle der wildwachsenden Pflanzen treten Culturgewächse, an die Stelle der wilden die Haus- thiere. Es können noch Jahrhunderte und Jahrtausende hingehen; aber es werden nothwendig mit der Zunahme des Menschengeschlechtes die grösseren Thiere, vor allem die Raubthiere, untergehen; das gleiche Schicksal werden die grösseren Gewächse theilen, sofern es nicht Vorthail gewährt, sie zu cultiviren. Selbst der deutsche Eichwald, nach der Abnahme seit Jahrhunderten zu schliessen, scheint bestimmt, einst nur noch in der Sage und im Liede fortzuleben.

Manche Pflanzen sehen wir vorerst aus bestimmten Gegenden und Ländern verschwinden. So geht die Stechpalme in Schweden ihrem Untergange entgegen. Die Wassernuss, welche zur Zeit der Pfahlbauten in der Schweiz eine allgemeine Verbreitung hatte, findet sich dort nur noch in einem Teiche; in Schweden und Lothringen, wo sie in historischer Zeit noch häufiger vorkam, ist sie ebenfalls im Aussterben begriffen.

Von der Vernichtung, welche der Mensch in der Pflanzen- und Thierwelt hervorzubringen vermag, kann man sich eine deutliche Vorstellung machen, wenn man hochcultivirte Gegenden betrachtet. Wiesen, Aecker, Weinberge, Obstgärten und forstmässig gepflegte Wälder mit ihren wenigen und einförmigen Nutzpflanzen bedecken die Oberfläche, und sind von einer ebenso einförmigen Thierwelt belebt. Selbst eine Menge der kleinsten Pflanzen und Thiere, wie Moose, Flechten, Pilze, Insekten, die ursprünglich vorhanden waren, haben sich, wegen des Zusammenhangs, der überall zwischen den lebenden Wesen besteht, nicht halten können.

So sterben die Arten zu Hunderten, wenn auch zunächst bloss in localer Beschränkung. Mit ihnen schwindet die Poesie

und Schönheit der naturwüchsigen Landschaft. An ihre Stelle tritt die Cultur, die Grundlage für Gesittung und geistige Bildung. Diese Veränderung der Natur in der Richtung des Nützlichen und Zweckmässigen erinnert an einen ähnlichen Umschwung im socialen Leben des Menschengeschlechtes. Beides vollzieht sich durch ein Naturgesetz.

Und wie der Untergang der Art ganz augenscheinlich den natürlichen Gesetzen gehorcht, so war es der Vorwurf meines Vortrages, zu zeigen, dass auch der Ursprung und das Bestehen der Arten, dass der Anfang und die Existenz der organischen Welt durch die einfachen und allgemeinen Naturkräfte bedingt werden, dass das ganze materielle Sein nur Eines ist und auch in seinen complizirtesten Gebieten sich dem Princip der Causalität unterwirft. Wir tauschen die alte Poesie des Wunders an die neue Poesie der Gesetzmässigkeit, die Personification übernatürlicher Eingriffe an die Verehrung ewiger göttlicher Kräfte, die in einer ungetrübten Naturordnung walten, das Wohlgefallen unsers Gefühls an die Befriedigung höheren geistigen Bedürfnisses. Ist diess ein wahrhafter Gewinn? Wir werden antworten, dass das Wahre immer auch das Gute und Schöne ist.

Anmerkungen.

1. Gewährsmänner der Veränderlichkeit vor Lamarck.

(Zu pag. 6.)

De Maillet. Mit Unrecht wird demselben nachgerühmt, dass er die Idee der Veränderlichkeit ausgesprochen habe in seinem Werke: *Telliamed ou entretiens d'un philosophe indien avec un missionnaire français sur la diminution de la mer*, 1748. Denn einerseits sagt derselbe, wenn auch hie und da die Phrasen an jene spätere Idee anklingen, doch in Wirklichkeit das Gegentheil. Andererseits trägt das Buch einen so unkritischen und phantastischen Charakter, dass es jedenfalls keine Erwähnung als wissenschaftliche Aufstellung verdient.

Der Verfasser, der längere Zeit als Generalconsul in Aegypten lebte, war theils durch Herodot's Aussagen theils durch eigene Wahrnehmungen zu der Ueberzeugung gekommen, dass das Land sich vergrössere und das Meer zurückgehe. Von Beobachtung zu Beobachtung und von Hypothese zu Hypothese fortschreitend, gelangte er zu den allgemeinsten cosmogonischen Ansichten. Die Weltkörper erneuern sich periodisch. Sie erglühen und leuchten als Sterne; dann werden sie dunkel und tragen organisches Leben. Im dunkeln Zustande war unsere Erde zuerst ganz mit dem Meer bedeckt; es gab nur Wasserorganismen. Als sich das feste Land allmählich aus dem Meere erhob, so traten auch die Thiere und Pflanzen auf's Trockene heraus und verwandelten sich in die entsprechenden Landformen. Denn jedes Landthier hat sein Analogon in einem Meerthiere, ebenso die Pflanzen. Es giebt im Meere Reben mit weissen und blauen Trauben, Pflaumenbäume, Pfirsichbäume, Apfel- und Birnbäume und alle möglichen Arten von Blumen. Die Veränderung besteht also nur darin, dass die Wasserform einer Species sich zur Landform umbildet. Von einer Umwandlung der Species in eine andere will der Verfasser nichts wissen. Er sagt sogar ausdrücklich, dass die verschiedenen Hunderacen und ebenso die verschiedenen Menschenracen (die übrigens ebenfalls von noch lebenden Meermenschen-

racen abstammen) als bestimmte auch im Ursprunge getrennte Arten betrachtet werden müssen. Selbst bei der periodischen Neugeburt der organischen Bevölkerung, welche immer auf den Glutzustand der Weltkörper folgt, werden keine neuen Arten gebildet, sondern sie entspringen aus den unsichtbar kleinen und unzerstörbaren Keimen, mit denen der Raum erfüllt ist. Dabei kann es freilich geschehen, dass in einer Periode Arten ausbleiben, welche früher schon lebten, weil ihre Keime zufällig sich nicht entwickeln, oder dass neue Arten zum Vorschein kommen, weil ihre Keime früher noch nie zur Entwicklung gelangten.

Buffon. (*Histoire naturelle générale et particulière* 1749—1804.) Dieser berühmte französische Autor darf ebenfalls nicht unter denjenigen aufgeführt werden, welche die Veränderlichkeit der Art als wissenschaftlichen Begriff ausgesprochen haben. Offenbar hat er sich diese Frage gar nicht gestellt, wie man aus vielen Stellen sieht, wo er mit seinen principiellen Erörterungen ganz nahe an sie hinstreift, und wo man ein Eingehen auf dieselbe um so mehr erwarten sollte, als er in dem breiten Strom seiner Deductionen viel ferner liegende Dinge berührt.

Er hebt zwar die unendlichen und unmerklichen Uebergänge der Arten in einander hervor. Er sagt, die Arten seien den bloss individuellen Verschiedenheiten unterworfen, sie zeigten sich bei den niedrigeren Organismen am veränderlichsten, bei den höhern werden ihre Typen constanter. Er erklärt auch, dass man von dem vollkommensten organischen Wesen bis zum Mineral durch fast unmerkliche Abstufungen niedersteigen könne. Dennoch zieht Buffon aus diesem Allem nicht die Folgerungen, welche später Lamarck gezogen hat; und immerhin äussert er seine Ideen mehr mit philosophisch-rhetorischer Unbestimmtheit als mit wissenschaftlicher Genauigkeit.

Uebrigens wenn auch Buffon eine Veränderlichkeit der Arten annimmt, so geschieht diess doch nur innerhalb der Gattungen. Von ihnen sagt er, sie seien eben so alt und eben so dauernd, als die Natur selbst; wir dürften die Gattung nicht als eine Collection oder eine Folge von ähnlichen Individuen betrachten, sondern als ein von Zahl und Zeit unabhängiges Wesen, als ein immer lebendes und immer dasselbe bleibendes Ganze, als ein Ganzes, das in den Werken der Schöpfung für eins gerechnet wurde, und welches also in der Natur nur eine Einheit ausmacht u. s. w. Wenn er also auch den Arten den Werth von Varietäten zu geben scheint, so nehmen dafür seine Gattungen die Stelle der unveränderlichen Linné'schen Arten ein.

2. Giebt es eine Urzeugung?

(Zu pag. 13.)

Die Wissenschaft bietet wenige Streitfragen dar, wo man leichter als bei der vorliegenden geneigt ist, einer Thatsache allzuviel Beweiskraft einzuräumen und in ihr mit Unrecht eine zwingende Nothwendigkeit für die Annahme zu finden, der man mit Vorliebe anhängt. In der That geht aus den so zahlreichen Beobachtungen und Experimenten noch sehr wenig Sicheres hervor.

Bestehen thatsächliche Beweise, welche die Annahme der Generatio spontanea fordern? Wir können nur mit Nein antworten, und diese Antwort hat so allgemeine Zustimmung, dass es unnöthig ist, sie näher zu begründen. Man konnte vor nicht gar langer Zeit das Auftreten von heterogenen einzelligen Organismen in geschlossenen und anscheinend unverletzten Zellen als einen Beweis für die Urzeugung ansehen; nach dem Standpunkte der Wissenschaft war diess gerechtfertigt und ich habe mich wiederholt auf solche Beobachtungen gestützt. Das Studium dieser heterogenen Organismen hat neue und unerwartete Thatsachen ergeben, welche jene Schlussfolgerung umwarfen. Es giebt jetzt keinen einzigen Fall, wo nicht die Möglichkeit dargethan wäre, dass ein vorhandener Organismus sich aus Keimen seiner Art entwickelt habe.

Bestehen thatsächliche Beweise, welche die Annahme der Generatio spontanea unmöglich machen? Wir müssen auch auf diese Frage mit Nein antworten. Die bis jetzt gewonnenen Thatsachen sind alle der Art, dass sie die Verwerfung der Urzeugung gestatten; aber sie gehen nicht so weit, um diese Verwerfung zu fordern. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass die von selbst entstehenden Organismen jedenfalls auch fortpflanzungsfähig wären, dass von einer durch Urzeugung gebildeten Zelle eine Reihe von Generationen durch Zeugung abstammen würde, dass man also auf einen einzigen Fall der Generatio spontanea bei der gleichen Art immerhin hundert Fälle von Keimbildung beobachten müsste. Wenn man daher die Annahme der Urzeugung durch die Beobachtung als unmöglich erweisen wollte, so müsste man sich auf äusserst zahlreiche Thatsachen stützen können, wo immer die präexistirenden Keime wahrgenommen wurden. Es versteht sich, dass für einen solchen Beweis die mikroskopischen Beobachtungen wenig geeignet sind. Derselbe sollte durch das Experiment geliefert werden.

Die vielfach wiederholten Versuche Schwann's sind bekannt. Irgend eine organische Substanz, welche gekocht oder ungekocht leicht in Gährung oder Fäulniss übergeht, wobei verschiedene niedere Organismen auftreten, bleibt unversehrt, wenn sie nach Einwirkung der Siedhitze nicht mehr mit Luft in Berührung kommt. Man erhält das nämliche Resultat, wenn die zutretende Luft zuvor gegläht, durch concentrirte Schwefelsäure oder Kalilösung geleitet, durch einen Baumwollenpfropf oder eine trockene thierische Blase filtrirt wird. Aus diesen Thatsachen geht unzweifelhaft hervor, dass organische Substanzen, welche die Einwirkung der Siedhitze erfahren haben, für sich allein unverändert bleiben, und dass es feste in der Luft schwebende Körper sind, welche die Zersetzung und die Bildung von Organismen bedingen. Man nahm jene Körper als die Keime dieser Organismen in Anspruch, und meinte damit die Möglichkeit einer Urzeugung widerlegt zu haben.

Diese Folgerung ist nicht gerechtfertigt. Ich wiederhole hier, was ich im Jahr 1857 darüber sagte (Stärkekörner p. 136). Die Zersetzung muss nicht nothwendig von Keimen und Sporen, sie kann auch von Splittern pflanzlicher und thierischer Gewebe herrühren, die überall in der Luft als Stäubchen herumfliegen. Dieselben enthalten immer geringe Mengen von Proteinstoffen, welche, sobald sie befeuchtet werden, in Umsetzung gerathen. Kommt ein einziges Stäubchen mit gekochter organischer Substanz in Berührung, so trägt es durch Contact die

chemische Bewegung auf dieselbe über. Wir können also immerhin sagen, dass die Luft den gekochten organischen Substanzen Keime zuführt. Aber es können auch bloss Keime für chemische Processe sein; es sind nicht nothwendig organisirte Keime spezifischer Thier- und Pflanzenformen.

Seitdem ist neben werthvollen Versuchen Hoffmann's (Bot. Zeit. 1860) eine Reihe schöner Experimente von Pasteur (1858—1861) veröffentlicht worden, wodurch derselbe die *Generatio spontanea* für beseitigt hält. Seine Folgerungen haben ziemlich allgemeine Zustimmung gefunden. Die Beobachtungen Pasteur's sollen die bestimmte Entscheidung geben, dass alle in zersetzungsfähigen organischen Substanzen auftretenden niedern Organismen nur aus ihren, von Eltern erzeugten, von aussen in die Substanz gelangten Keimen entstehen. Indessen beweist die Mehrzahl der Versuche nicht mehr als die früher bekannten, obgleich sie in feiner Weise nüancirt manche werthvolle Thatsache ergeben. Filtrirversuche zeigten, dass in der Atmosphäre zahlreiche Pilzsporen enthalten sind. Diese Sporen, auch wenn sie bloss mit geglühter Luft in eine gekochte Lösung von Zucker und Proteinstoffen gebracht wurden, bewirkten darin rasche und reichliche Entwicklung von Organismen. Solche Versuche könnten Beweiskraft gegen die Urzeugung erlangen, wenn gezeigt würde, dass immer nur solche Arten zur Entwicklung kommen, deren Sporen wirklich in die Flüssigkeit gebracht wurden. — Interessant ist die Thatsache, dass, um Milch vor Zersetzung zu bewahren, es nicht genügt, sie einer Temperatur von 100° auszusetzen. Die Hitze muss zwischen 105° und 108° betragen, sonst erfolgt Gerinnen, Fäulniss und Bildung von Vibrionen. Daraus wurde geschlossen, dass der Tod der Vibrionen in einer schwach alkalischen Lösung erst bei 105° , in einer neutralen oder schwach sauren Flüssigkeit schon bei 100° erfolge. Nach meinem Dafürhalten wäre die Erklärung eben so einfach und mit Rücksicht auf die Eigenschaften der Proteinkörper naturgemäss, dass, um dieselben in den umsetzungsunfähigen Zustand überzuführen, für schwachsaure Flüssigkeiten 100° genügen, für schwach alkalische aber eine etwas höhere Temperatur erforderlich ist.

Ein grosses Gewicht wurde auf eine Reihe von Experimenten gelegt, bei denen in die Gefässe mit den gekochten Infusionen nur eine bestimmte geringe Menge unveränderter Luft eingeführt wurde, und zwar Luft von den verschiedensten Lokalitäten. Stammte dieselbe aus der Nähe menschlicher Wohnungen, so traten bald Zersetzung und Schimmelbildung ein. Sie blieben um so eher aus, je mehr die Luft frei von Staub war; die Kolben, in welche Luft aus dem Freien nach heftigem Platzregen oder ruhige Luft aus einem Keller, oder Luft auf Bergen und fern von menschlichen Wohnungen eingeströmt war, erhielten sich grösstentheils unversehrt. Für diese Versuche genügt auch meine Erklärung vollständig, da die Luft in grösserer Entfernung von menschlichen Wohnungen nicht nur weniger Sporen und organische Keime, sondern auch weniger organische Splitter enthält. Meine Erklärung scheint sogar im Vortheil zu sein; denn wenn von 20 Infusionen, welche Luft vom Fusse des Jura empfangen, 12, und von 13, welche Luft in dem Wirthshause auf dem Montanvert erhielten, nur 3 unversehrt blieben, so begreift man nicht recht, warum dort die Luft weniger

Sporen enthalte als hier auf einer Höhe von 6000'; aber man würde sehr wohl begreifen, dass im Wirthshause der Staub in reichlicher Menge vorhanden ist.

Die genannten Versuche, bei denen nur eine kleine Quantität von Luft zu den Infusionen zugelassen wurde, zeigten eine bemerkenswerthe Verschiedenheit gegenüber denjenigen, bei welchen Luft in unbeschränkter Menge zutrat. Im ersteren Falle entwickelten sich die Organismen langsam und oft in jedem Gefäss eine andere Art, im letztern Falle traten immer die nämlichen, am häufigsten verbreiteten Arten auf. Es ist sicher, dass die Theorie organischer Keime diess sehr einfach erklärt; denn wenn in eine Infusion nur eine Spore fällt, so kann auch nur diese keimen. Aber ebenso reicht meine Erklärung aus; denn wenn, statt einer Spore, nur ein einziger Splitter in eine Infusion gelangt, so wird es nicht gleichgültig sein, ob er von einem pflanzlichen oder thierischen Gewebe herstamme, ob er diesen oder jenen Proteinstoff, dieses oder jenes Ferment enthalte; denn davon muss die Natur der Umsetzungen und somit die Natur der durch Urzeugung entstehenden Zellen bedingt werden.

Alle bisher erwähnten Versuche beweisen also nicht, dass die Annahme der *Generatio spontanea* unmöglich ist. Mit ihnen verträgt sich vollkommen die Theorie, dass durch die Siedhitze die organischen Keime getödtet und die Proteinkörper in eine umsetzungsunfähige Modification übergeführt werden, und dass die zutretende Luft Keime von Organismen und organische Splitter oder auch nur die einen oder andern zuführt, welche in allen Fällen ihre Bewegung auf die ruhenden Proteinkörper übertragen und darin zunächst Umsetzung dann aber auch als Folge derselben *Generatio spontanea* hervorrufen, wobei natürlich nicht ausgeschlossen ist, dass von den Sporen und Keimen sich so viele entwickeln, als einen günstigen Boden finden.

Wenn die bisher erwähnten Versuche Pasteur's nichts Neues im Prinzip, wohl aber in der Art der Ausführung enthielten, so hat er durch andere eine neue Bahn gebrochen. Bei denselben wurden die organischen Infusionen und Flüssigkeiten ersetzt durch Zucker und ein Ammoniaksalz oder auch bloss durch traubensaures Ammoniak, jedesmal mit Zusatz von etwas Asche. Im Uebrigen war das Verfahren das nämliche, und ebenso auch die Resultate. Daraus wurde gefolgert, dass von einer Urzeugung keine Rede sein könne, weil ja das Material für dieselbe, nämlich die eiweissartigen Verbindungen, mangle, und dass die bei Luftzutritt auftretenden Organismen von zugeführten Keimen herkommen müssen. Indessen bestehen auch für alle diese Experimente keine andern Schwierigkeiten als diejenigen, welche man sonst bei der *Generatio spontanea* zu überwinden hat, nämlich die Annahme, dass ausserhalb der lebenden Zelle die nämlichen Processe vor sich gehen können wie innerhalb derselben. Diese Processe sind doppelter Art, morphologische und chemische. Die *Generatio spontanea* in den organischen Infusionen setzt nur morphologische Processe voraus: es soll aus Proteinkörpern und löslichen Kohlenhydraten eine Zelle frei in der Flüssigkeit entstehen, wie sie sonst sich innerhalb einer Mutterzelle bildet. Für die angeführten Versuche von Pasteur kommen noch chemische Processe hinzu. Durch diese Versuche wird bewiesen, dass innerhalb der vegetirenden, wachsenden und sich vermehrenden Organis-

men einerseits Ammoniak und Zucker oder Ammoniak und Traubensäure in eiweissartige Verbindungen, anderseits Zucker oder Traubensäure in Cellulose und Fett umgebildet werden, was ohne Zweifel unter dem katalysirenden Einflusse der vorhandenen Proteinstoffe geschieht. Für die Annahme der *Generatio spontanea* in einer Lösung von Zucker und traubensaurem Ammoniak wäre nun nothwendig, dass die eben genannten chemischen Umwandlungen schon in der Flüssigkeit selbst (unabhängig von Zellen) unter dem Einflusse der Proteinstoffe der organischen Splitter beginnen, dass sich aus Ammoniak und Zucker eine kleine Menge von eiweissartigen Stoffen bilde, und dass diese dann durch morphologische Processe sich zur Zelle organisire. Die Schwierigkeiten für die Urzeugung sind also nicht in erheblichem Maasse vermehrt, denn die Bildung von organischen Verbindungen, selbst von Zucker und Eiweiss ohne Mitwirkung des lebenden Organismus liegt immerhin weniger weit von der gewöhnlichen Vorstellung ab, als die Formation dieser Verbindungen zur lebenden Zelle.

Es lassen also alle bis jetzt bekannten Beobachtungen und Experimente eine doppelte Erklärung zu; sie gestatten sowohl die Keimtheorie als die Urzeugungstheorie; sie schliessen keine aus. Es hängt von andern Erwägungen ab, welcher Theorie man sich zuwendet; der Standpunkt, von dem man ausgeht, entscheidet über die Wahrscheinlichkeit der einen oder andern Annahme. Hat man nur die Erscheinungen im Auge, welche in jetziger Zeit stattfinden, und welche man unmittelbar beobachten kann, so muss man die Urzeugung als unberechtigt zurückweisen. Die Erfahrung kennt dann bloss eine Entstehung aus Keimen, und eine andere Annahme bleibt daher so lange unstatthaft, als sie nicht durch ein unzweifelhaftes Factum bewiesen ist; denn diess ist der einzig richtige Weg für eine Erfahrungswissenschaft.

Berücksichtigen wir aber auch die Erscheinungen, welche nothwendig im Anfange stattgefunden haben, so kommen wir zu einem andern Schluss. Es sind einmal Organismen von selbst entstanden: es muss daher unter ähnlichen Verhältnissen auch jetzt noch die Urzeugung stattfinden. Wer freilich des Glaubens ist, dass die Arten, oder dass auch nur einzelne Urzellen im Anfang der Dinge auf übernatürlichem Wege erschaffen wurden, für den ist die *Generatio spontanea* ohne Berechtigung. Wer dagegen, worauf sichtlich die ganze neuere Physiologie hindeutet, von der Einheit der materiellen Welt und davon überzeugt ist, dass es keine specifische Lebenskraft gebe, sondern dass das allgemeine Gesetz von der Erhaltung der Kraft auch für die Pflanzen und Thiere gelte, wer daher annimmt, dass die ersten Zellen auf natürlichem Wege entstanden sind, der wird zugeben, dass unter günstigen Bedingungen auch jetzt organische Wesen ohne vorgängige Keime sich bilden.

Diess sind, nach meiner Ansicht, die zwei berechtigten Theorien: übernatürliche Schöpfung im Anfang und Fortpflanzung für alle Folge, oder zu allen Zeiten Urzeugung und Fortpflanzung. Eine dritte Theorie, welche zwar Alles natürlich sich abspinnen lässt, aber die *Generatio spontanea* für unsere Zeit verwirft, scheint mir unberechtigt, weil ohne Consequenz und ohne Princip. Die Ausflucht, es sei gar zu lange her, seit die erste Zelle entstand, und man könne nicht wissen, was etwa damals für besondere Umstände obgewaltet hätten, kann kaum ernst-

haft gemeint sein, denn es ist doch gleichgültig, ob gestern oder vor einer Billion von Jahren, gleichgültig, welche Temperatur und welcher Druck der Atmosphäre herrschte, welche chemische Beschaffenheit die Luft und das Wasser hatten. Die Schwierigkeit besteht nicht in diesen speziellen Verhältnissen, welche gewiss da und dort in gleicher Combination auch jetzt sich realisiren, und die jedenfalls künstlich sich herstellen lassen, sondern in dem Uebergang vom Unorganisirten zum Organisirten. Die Schwierigkeit, aus ungeformten chemischen Verbindungen eine Zelle entstehen zu lassen, ist für die Urzeit um kein Jota geringer als für die Gegenwart, und wessen Vorstellung die *Generatio spontanea* nicht für die Gegenwart bewältigen kann, der vermag es auch nicht für die Urzeit. *)

Was mich betrifft, so gestehe ich unumwunden, dass es lediglich die Rücksicht auf die Entstehung der organischen Reiche ist, welche mich fortwährend noch an die *Generatio spontanea* glauben lässt. Bestände diese Rücksicht nicht, so würde ich sie zwar nicht als unmöglich erklären, aber ihr das Recht bestreiten, sich als wissenschaftliche Theorie geltend zu machen. Diese Rücksicht veranlasste mich auch, die Gründe welche gegen die Urzeugung angeführt wurden, strenger zu prüfen und zu wägen, als es die Gegner dieser Theorie thun. Nach meiner Ansicht handelt es sich um den allgemeinsten und wichtigsten Grundsatz des organischen Lebens, und es ist daher doppelt geboten, aus den That-sachen nicht mehr zu folgern, als wirklich daraus folgt. Es war mir darum zu thun, den Nachweis zu liefern, dass die Frage der *Generatio spontanea* nicht, wie man fast allgemein annimmt, entschieden ist, und dass es fernerer auf anderer Basis angestellter Versuche bedarf, um die Frage ihrer Lösung näher zu bringen.

Es lassen sich verschiedene Wege angeben, welche fortgesetzte Ex-

*) *Schleiden* (Ueber die Entstehung der Arten 1863) erklärt die Annahme »wiederholter Schöpfungen als Thorheit«, sagt ferner, es sei durch vielfache Experimente bewiesen, dass »eine Entstehung spezifisch bestimmter Keime ohne Mitwirkung gegebener Organismen aus formlosem Stoffe in der Natur nicht vorkomme«; und geht dann über die Lösung dieses Confliktes mit dem kurzen Satze hinweg: »Eine einzige Zelle, die unter den ganz besondern, jedenfalls von den spätern und gegenwärtigen wesentlich abweichenden Bedingungen der paläozoischen Zeit sich bildete, genügt, um Stammutter aller spätern Pflanzen und Thiere geworden zu sein«. Das heisst Räthsel aufgeben, nicht sie lösen. Es sollte doch angedeutet werden, worin die Bedingungen der paläozoischen Zeit von der jetzigen abweichen. Man sieht nicht ein, dass die damaligen klimatischen Verhältnisse, höhere Temperatur, grösserer Feuchtigkeits- und Kohlensäuregehalt der Luft nicht auch jetzt stellen- und zeitweise vorkommen sollten, und man begreift ebenso wenig, warum solche Verhältnisse günstiger für die spontane Zellenbildung wären. Was ist denn schliesslich die exceptionelle »einzige Zelle der paläozoischen Zeit« anders als eben das Wunder, zu dessen Bekämpfung die ganze Vorlesung über die Entstehung der Arten geschrieben wurde?

perimente einzuschlagen hätten. Ich will hier einen derselben anführen, da in den Hoffmann'schen und Pasteur'schen Beobachtungen Andeutungen dafür gegeben sind. Eine der Schwierigkeiten, Versuche zu finden, welche die Natur zwingen, auf die an sie gestellte Frage eine bestimmte und unzweideutige Antwort zu geben, liegt darin, dass die Proteinstoffe der Infusion und der organischen Keime durch die nämlichen Mittel in einen umsetzungsunfähigen Zustand übergeführt werden. Doch wäre es möglich, dass es bestimmte geringe Verschiedenheiten gäbe, und dass man dieselben zu entscheidenden Experimenten benutzen könnte. Nach den früheren Annahmen und nach Pasteur bedarf es einer Temperatur von 100° , für schwach alkalische Flüssigkeiten selbst von 106° , damit die Umsetzung in einer Infusion und die Bildung von Organismen verhindert wird. Nach Hoffmann (Pringsheim's Jahrbücher II. Band 324) hört die Keimfähigkeit der Pilzsporen »schon weit unter der Siedhitze des Wassers« auf. Ich könnte diesen Widerspruch als eine Bestätigung meiner Ansicht in Anspruch nehmen; ich will indessen darauf keinen zu grossen Werth legen. Erst wenn die Versuche mit besonderer Rücksicht auf die Urzeugung wiederholt würden, könnten sie Beweiskraft erlangen. Meine Meinung ist folgende. Wenn man mit reinen Lösungen operiren würde, so müsste sich ergeben, dass für jede derselben (z. B. für eine bestimmte Mischung von Eiweiss und Casein mit einer bestimmten Menge von Alkali oder Säure oder Salz) ein anderer Temperaturgrad erforderlich wäre, um sie in den umsetzungsunfähigen Zustand überzuführen. Man müsste ferner für die Organismen, welche sich am häufigsten in den Infusionen bilden, in der Art, wie es Hoffmann gethan hat, bestimmen, bei welcher Temperatur ihre Keime oder Sporen in jenen Lösungen getödtet werden. Die Vergleichung beider Ergebnisse würde zeigen, ob die lebenden Keime schuld an den Umsetzungen sind oder ob eine Urzeugung anzunehmen ist. Gesetzt, es verlieren alle Sporen der Art A bei 70° , die der Art B bei 80° , die der Art C bei 90° in einer bestimmten Lösung ihre Keimkraft, so müsste in dieser Infusion nach Erhitzen auf 70° bloss B und C, nach Erhitzen auf 80° bloss C sich entwickeln und eine Temperatur von 90° müsste alle drei Arten ausschliessen.

Eine solche Versuchsreihe, mit der nöthigen Genauigkeit und Umsicht ausgeführt, müsste zeigen, ob es unter den farblosen Organismen, welche die Gährung und Fäulniss der organischen Aufgüsse begleiten, solche giebt, die einer Generatio spontanea fähig sind. Damit wäre freilich die Sache nicht erledigt. Die Entstehung des Pflanzenreiches verlangt noch dringender die Urzeugung einer oder einiger einzelliger grüner Pflanzen. Darüber sind, so viel ich weiss, überhaupt noch keine ordentlichen Versuche angestellt worden.

3. Welche Pflanzen können durch Urzeugung entstehen?

(Zu pag. 14.)

Wenn wir die Möglichkeit der Generatio spontanea zugeben, so sind wir auch zu der Frage berechtigt, wie weit sich ihre Herrschaft

ausdehnen könne. Es giebt hier vier Gesichtspunkte, an denen wir festhalten müssen.

1) Nur solche Zustände, welche wirklich in der Natur vorkommen, dürfen als Ausgang der Urzeugung in Anspruch genommen werden. Es ist also nicht erlaubt, die Phanerogamen oder Säugethiere aus irgend einem phantastischen einzelligen Stadium herzuleiten; wenn ein solches je existirt hätte, so müsste es auch jetzt noch, sei es als Fortpflanzungsprodukt, sei es als von selbst entstanden, vorkommen.

2) Nur die allereinfachsten, also nur einzellige Zustände, können von selbst entstehen: denn jeder mehrzellige Körper hat ja als einfache Zelle angefangen.

3) Nur solche Zellen, welche für sich selber leben können und also nicht die gleichzeitige Existenz anderer Zellen oder Zellencomplexe der gleichen Art voraussetzen, können als Ausgangspunkt einer Generationenreihe betrachtet werden, denn sonst müssten sie ja zu Grunde gehen.

4) Nur solche Zellen, deren Beschaffenheit nicht die vorausgehende Thätigkeit anderer Zellen der gleichen Art verlangt, die also nicht nothwendig als Erben angesehen werden müssen, können durch Urzeugung sich bilden.

Daraus folgt einmal, dass unter den Pflanzen die Phanerogamen, unter den Thieren die lebendig gebährenden von der Urzeugung ausgeschlossen sind. Sie haben keine einzelligen Zustände, welche für sich selber existenzfähig sind. — Ferner können die ruhenden Sporen der Cryptogamen und die Eier der Thiere nicht von selbst entstehen. Denn abgesehen davon, dass viele derselben in der vorgängigen Befruchtung das Zusammenwirken zweier Elementarorgane voraussetzen, machen sie sich auch in anderer Beziehung als das Produkt einer vorausgehenden Organisation geltend; sie entwickelten sich unter deren Einfluss zu einem eigenthümlichen complizirten Bau und wurden mit einem Vorrathe besonderer Nährstoffe versehen, welche ihren Entwicklungsprocess so lange unterhalten, bis sich der junge Organismus selbst ernähren kann.

Selbst die Schwärmzellen und die Gonidien aller mehrzelligen und sogar der meisten einzelligen Pflanzen scheinen mir der Generatio spontanea nicht fähig zu sein. Sie enthalten zwar keine Reservenahrung; allein sie zeichnen sich durch eigenthümliche Verhältnisse des Inhaltes und der Membran aus, die nur durch eine vorausgehende organische Thätigkeit erklärlich sind.

Wir kommen auf diesem Wege zu dem Resultat, dass nur solche Arten durch Urzeugung entstehen können, deren Fortpflanzungszellen in Bau und Funktion die allereinfachsten Verhältnisse aufweisen. Bei der Urzeugung muss sich eine geringe Menge von organischen Verbindungen bilden, welche durch Umhüllung mit einer Membran zur Zelle wird. Es ist sicher, dass jene organischen Verbindungen noch keinerlei Organisationsverhältnisse zeigen können, denn diese sind immer das Produkt einer längern Lebensthätigkeit. Solche einfach gebildete Fortpflanzungszellen werden aber nur von denjenigen einzelligen Pflanzen gebildet, die selbst in jeder Beziehung ein ähnliches einfaches Verhalten darbieten. Darnach muss sich die Generatio spontanea auf wenige der allerniedrigsten einzelligen Gewächse beschränken.

4. Nützliche Anpassungen im Pflanzenreiche.

(Zu pag. 19 ff.)

Unter zwei Pflanzen, welche den gleichen Lebensbedingungen unterworfen sind, und die mit einander um Raum und Nahrung kämpfen, wird immer diejenige obsiegen, welche sich schneller und stärker entwickelt, welche sich über ihre Mitbewerberin erhebt, ihr die Sonne, die Luft, den Thau abgewinnt und sie in den Schatten und die Traufe bringt. Daher haben alle Gewächse, mit wenigen Ausnahmen von eigenthümlicher Lebensart, das Bestreben, ihre Substanz möglichst vielfach in Wurzeln, Stengel und Blätter auszubreiten, weil sie dadurch befähigt werden, eine grössere Menge von unorganischer Nahrung aufzunehmen und in organische Substanzen umzuwandeln. Daher haben ferner alle Pflanzen das Bestreben rasch in die Höhe zu kommen, was sie durch besondere Mittel und in verschiedener Weise erreichen, und zwar durch Mittel, welche der Pflanzensubstanz nicht etwa als etwas Nothwendiges zukommen, sondern offenbar durch den bestimmten Nutzen, den sie leisten, in's Dasein gerufen wurden. Ohne diese Mittel würde die Landpflanze am Boden liegen; denn das Gewebe ist ursprünglich weich und nicht vermögend sich selbst zu tragen.

Das wirksamste Mittel, eine Pflanze über die andere zu erheben, ist das holzige Stammgerüste. Die Holzbildung der Bäume erscheint zwar als eine arge Verschwendung; denn der ganze Holzcylinder des Stammes, der Äeste und der Wurzeln dient sonst keinem Lebenszweck; es ist organische Masse, die angelagert wird, ohne weder für den Baum selbst noch für seine Nachkommen verwendet zu werden. Die Holzbildung hat auch, gegenüber den krautartigen Gewächsen, den Nachtheil, dass sie ein langsames Wachstum in der Jugend und eine viel spätere Blüten- und Fruchtbildung bedingt, wesswegen auf einer mit hohen Kräutern besetzten Bodenfläche Bäume nicht leicht aufkommen. Der aufgewachsene Baum hat dann aber den Vortheil, dass er allein die intensive Wirkung des Sonnenlichtes genießt und nicht durch die Traufe leidet, dass er manche Katastrophen überdauert, welche den krautartigen Gewächsen schädlich werden können, und dass bei seiner hohen Lebensdauer es genügt, wenn nur sehr selten Samen keimen und zu vollständiger Entwicklung gelangen.

Ein anderes Mittel, in die Höhe zu steigen, ist für viele Pflanzen, das Klettern. Es setzt natürlich voraus, dass schon baumartige Gewächse vorhanden sind, an denen sie sich emporschlingen können. Die Vorrichtungen, wodurch der Zweck erreicht wird, sind verschiedener Natur. Der Stengel windet sich um die Stütze; er klammert sich mit Haftorganen an dieselbe fest. Die Haftorgane sind nicht etwa das Produkt eines morphologischen Bauplanes; denn sie haben die verschiedenste morphologische Bedeutung und sind immer andere zu dem bestimmten Zwecke umgebildete Organe, bald Wurzeln, die in Haftwurzeln, bald Stengeltheile, Blätter oder Theile von Blättern, die in Ranken umgeformt wurden; sie mangeln auch den verwandten Pflanzen, die ihrer nicht bedürfen. Die Schlinggewächse sind krautartig oder holzig, aber sie haben immer einen dünnen Stengel. Es gewährt ihnen keinen

Nutzen, in die Dicke zu wachsen, wohl aber sich möglichst rasch zu verlängern. Auffallend ist namentlich der Mangel des Dickenwachsthum an holzigen langlebigen Stengeln, während nahverwandte baumartige Gewächse, die ihre Festigkeit in sich selbst finden müssen, ein sehr starkes Dickenwachsthum besitzen.

Ein drittes Mittel, sich eine aufrechte Stellung zu sichern, finden wir bei fast allen krautartigen Gewächsen. Bei denselben sterben in unserm Klima jeden Herbst die oberirdischen Theile ab und werden jedes Frühjahr aus Samen oder Knospen neu gebildet. Diese Pflanzen haben nicht Zeit, ihrem Stengel durch Verholzung Festigkeit zu geben, und Haftorgane würden ihnen nichts nützen, da sie keine Stützen in der Nähe finden. Dennoch ist es auch für sie nützlich, höher zu werden als ihre Mitbewerber. Daher bilden sie einen hohlen Stengel, welcher bei geringstem Material die grösste Festigkeit gewährt und ihnen erlaubt, die aufrechte Stellung auch gegen Stürme zu behaupten. Ursprünglich waren ohne Zweifel alle Stengel solid. Unter den Varietäten befanden sich dann solche mit kleinen Höhlungen, und da diess eine vortheilhafte Abänderung war, so bildete sie sich immer mehr aus, bis sie ihrem Zweck vollkommen entsprach, wie wir es jetzt in auffallender Weise am Schilf, an Angelica u. s. w. sehen. Zu bemerken ist auch hier, dass die Höhlung in den Stengeln mangelt, wo sie keinen Nutzen bringen könnte. Für die Holzgewächse, die für eine lange Dauer und für eine bedeutende Höhe bestimmt sind, hätte ein hohler Stengel keinen Sinn, ebenso wenig für die Schlingpflanzen. Bemerkenswerth ist ferner, dass alle Wurzeln, selbst die der hohlstengeligen Gewächse gleichfalls solid sind, obgleich diese Organe sonst viel Aehnlichkeit im Bau mit den Stengeln haben. Die Wurzeln bedürfen nicht der Tragfestigkeit, sondern nur der Zugfestigkeit, damit die Pflanze nicht von den Stürmen entwurzelt werde, und für sie ist überdem wegen des Durchdringens der Erdschichten ein geringes Volumen vortheilhaft.

Ein viertes Mittel, in die Höhe zu kommen, finden wir bei den Wasserpflanzen. Diese besitzen weder einen holzigen, noch einen hohlen auf Tragfestigkeit abzielenden Stengel, noch Haftorgane. Sie erreichen den Zweck auf viel leichtere Weise, nämlich durch hohle mit Luft gefüllte Räume, wodurch sie spezifisch leichter werden als Wasser und in Folge davon sich an die Oberfläche desselben erheben.

Nützliche Anpassungen finden wir vorzüglich bei den Früchten und Samen. Manche dieser Organe sind mit Flügeln, Federkronen, Haarbüscheln versehen, dadurch werden sie leicht von dem Winde fortgetragen, was für die Ausstreuung von grossem Nutzen ist. Auch hier bemerken wir, dass die Vorrichtung nur da vorkommt, wo sie ihren Zweck erreicht. Diese Transportanhängsel finden sich nicht an grossen und schweren Früchten oder Samen, ferner nicht an den Früchten, welche aufspringen und die Samen heraustreten lassen, und ebenso nicht an den Samen, welche in den Früchten eingeschlossen bleiben.

A. de Candolle (Géogr. bot. 533) hat eine besondere Untersuchung über den Verbreitungsbezirk von Pflanzenarten mit und ohne Anhängsel an den Samen und Früchten angestellt, und als Resultat erhalten, dass keine Verschiedenheit zwischen beiden Kategorieen besteht. Diess Ergebniss liess sich wohl zum Voraus erwarten, und ist nicht etwa im Widerspruch mit dem Nutzen, den die Transportanhängsel für die Ver-

breitung gewähren. Denn es sagt uns nichts anders, als dass die berücksichtigten Pflanzenarten zu der ihnen überhaupt möglichen Ausdehnung gelangt sind. Würden heute zwei neue Pflanzenarten entstehen, die eine mit, die andere ohne Transportanhängsel an den Samen, so würde sicher die erstere nach 10 oder 100 Jahren eine viel grössere Verbreitung besitzen, indess nach 100,000 Jahren vielleicht, wenn beide zu einem stabilen Zustand gelangt sind, die zweite ein grösseres Areal bedecken könnte. Die Transportanhängsel sind also einer Pflanzenform bei ihrer Entstehung nützlich, weil sie derselben rascher eine grosse Bodenoberfläche zu Gebot stellen. Sie bleiben ihr auch fortwährend von Nutzen, weil sie die Samen jedes Jahr auf eine grosse Menge von Localitäten zerstreuen helfen, indess die nackten Samen vorzugsweise an den Standort der Mutterpflanze gebunden sind.

Die Samen sind durch eine feste Umhüllung theils gegen den Angriff der Thiere, theils gegen die Unbilden der Witterung und des Clima's geschützt. Die Schale ist in der Regel um so dicker und fester, je grösser und wohlschmeckender der von ihr beschützte Samenkern. Kleine Samen haben oft nur ziemlich dünne Schalen; auch die mehlhaltigen Samen sind weniger gut verwahrt als die ölreichen, als die Baum- und Haselnüsse, die Mandel-, Pfirsich-, Aprikosenkerne. Unter den Mandeln giebt es auch weichschalige Varietäten; aber es sind diess Erzeugnisse der Kultur. Der Mandelbaum ist eine alte Kulturpflanze. Man musste zur Anzucht vorzugsweise solche Früchte wählen, die wegen ihres weniger harten Steins als die vorzüglicheren erschienen. Die weichere Schale, welche sich bei der natürlichen Züchtung als schädlich erwiesen hatte und daher aufgegeben wurde, zeigte sich bei der künstlichen Züchtung als nützlich, und nach einer Reihe von Generationen wurden durch Häufung äusserst dünnschalige Varietäten erhalten. Bei dem ganz nahe verwandten Pfirsich giebt es keine Racen mit weichem Stein, obgleich die Kultur desselben in China ebenso alt ist. Da diese Pflanze wegen des Fruchtfleisches und nicht wegen der Samen angebaut wird, so legte man auf die Beschaffenheit des Steins keinen Werth, und es ist daher begreiflich, dass die gewonnenen Racen sich auf Veränderungen im Fleisch und nicht im Stein gründen. Ebenso verhält es sich mit der Aprikose, den Pflaumen, Zwetschen, Kirschen. Würde die Kultur sich darauf legen, so müsste es ihr sicher gelingen, nach nicht allzulanger Zeit diese Früchte mit dünnem Stein oder auch ohne Stein hervorzubringen; und in diesem Falle müssten auch die Früchte um so ansehnlicher werden, da die harte Steinschale, in weiches Gewebe umgewandelt, ein viel grösseres Volumen einnähme. Aus gleichem Grunde sind samenlose Früchte grösser als diejenigen mit Samen, weil die Stoffe, die bei den einen zur Samenbildung verwendet werden, bei den andern sich in Fruchtfleisch umwandeln. Aber steinlose Pfirsiche und samenlose Weinbeeren sind nur in der Kultur möglich; in der Natur müssten solche Racen beim Kampfe um das Dasein sehr bald zu Grunde gehen.

Man könnte vielleicht glauben, dass die Beschaffenheit der Frucht- und Samenwandung die Folge eines nothwendigen morphologischen Processes sei. Dass dem nicht so ist, ergiebt sich deutlich aus dem Umstande, dass die morphologische Bedeutung der harten sowie auch der weichen Gewebe so ganz verschieden ist. Die Vergleichung der Wein-

beere, der Kirsche, der Rose, der Erdbeere und Feige zeigt diess so gleich. Die Pflanze hat das Bedürfniss, ihre Samen zu schützen; sie erhärtet zu diesem Zweck bald die äussersten Zellschichten des Samens, bald die innere oder die ganze Fruchtwandung. Für manche Gewächse ist es ferner vortheilhaft, wenn ihre Samen von den Thieren verschlungen werden; zu diesem Ende bilden sie die Theile, welche die Samen umgeben oder sie tragen, weich und saftig aus, bald die ganze Fruchtwandung, bald nur den äussern Theil derselben, zuweilen auch den Kelch, oder den Blüthenboden oder den gemeinschaftlichen Träger vieler Blüthen.

Ebenso wenig können wir die harte und weiche Ausbildung der Gewebe in der Umgebung der Samen als eine physiologisch-chemische Nothwendigkeit in Anspruch nehmen. Nicht nur finden wir im Leben der Gewächse keinen Haltpunkt für eine solche Theorie; sie wird überdem auch dadurch unmöglich, dass die nächst verwandten Gattungen, selbst Varietäten der gleichen Art sich sehr ungleich verhalten. Daraus geht hervor, dass weiche und saftige oder trockene und harte Ausbildung einzelner Gewebe für den ganzen Lebensprocess der Gewächse sich sehr indifferent verhält, und dass die Bestimmung, ob das Eine oder Andere eintrete, durch Rücksichten der Nützlichkeit bedingt wird.

Die Gewebe werden nur da hart, und nur da saftig, wo es von Nutzen ist. Als die natürlichste und einfachste Erscheinung müssen wir es betrachten, wenn die Rinde eines Organs erhärtet. Das an der Oberfläche verdunstende Wasser lässt die mineralischen Bestandtheile zurück, welche die Zellmembranen incrustiren, während die innern Partien weich bleiben. Indessen finden wir die harte und feste Rinde nur da, wo sie vortheilhaft ist, wo sie z. B. dem Stengel die nöthige Festigkeit geben muss. Bei den Früchten würde dieser natürliche Process den grössten Nachtheil bringen; es findet bei ihnen daher das Umgekehrte statt. Eine Pflaume, welche die steinartige Umhüllung aussen, das saftige Fleisch im Innern hätte, würde nicht nur kein Thier anziehen: sie würde auch die Conservation und das Keimen der Samen gefährden. Die Fäulniss des im Stein eingeschlossenen Fruchtfleisches müsste sich dem Samen mittheilen, indess bei der jetzigen Einrichtung der Stein den Samen schützt. Blicke aber auch der Same frisch und lebenskräftig, so vermöchte die junge Keimpflanze nicht den Stein zu durchbrechen, indess jetzt derselbe von dem anschwellenden Samen zersprengt und von dem Würzelchen durchbohrt wird. Es scheint mir offenbar zu sein, dass die Steinfrucht und die Beere sich allmählich aus Trockenfrüchten entwickelten, wofür namentlich auch der Umstand spricht, dass sie in so vielen Ordnungen nur bei einzelnen Gattungen vorkommen, und dass es immer nah verwandte Pflanzen mit trockenen Früchten giebt. Unter den verschiedenen Abänderungen befanden sich solche, bei denen die Frucht- und Samenwandung, die im jungen Zustande immer aus einem weichen Gewebe besteht, ganz oder theilweise weich blieb. Von diesen Varietäten hatten diejenigen, welche in der weichen Umhüllung die Samen preisgaben, oder bei denen der äussere Theil der Fruchtwandung erhärtete, keinen Bestand. Diejenigen aber, bei denen entweder die Samenschale oder die innere Fruchtwandung (Stein) hart blieb und den Samen hinreichenden Schutz gewährte, erwiesen sich als nützlich, und bei weiterer Ausbildung dieser Anlage um so nützlicher, je mehr

das zunehmende saftige Fruchtfleisch die Thiere anlockte und je besser die Samen von dem sie umgebenden Panzer gegen den Zahn und den Magensaft der Thiere verwahrt war.

Die Blütenbildung ist in mehrfacher Beziehung merkwürdig. Sie zeigt uns einmal, dass die physiologische Vervollkommnung, bestehend in der Arbeitstheilung, nur in der Masse eintritt, als sie sich nützlich erweist. Im Thierreiche kommen Hermaphroditen bloss auf den allerniedrigsten Stufen vor. Die Trennung der Geschlechter ist zweifellos eine vollkommeneren Einrichtung. In schneidendstem Gegensatze zu diesem Princip steht das Pflanzenreich. Hier finden wir diöcische Arten (männliche und weibliche Organe auf verschiedenen Pflanzen) am häufigsten bei den niedern Cryptogamen, seltener bei den höhern Cryptogamen und noch seltener bei den Phanerogamen. Monöcische Arten (männliche und weibliche Organe auf der gleichen Pflanze, aber local getrennt) kommen vorzugsweise bei den höhern Cryptogamen und den niedrigsten Phanerogamen (z. B. Coniferen) vor. Hermaphroditismus (männliche und weibliche Organe mit einander gemengt oder in der gleichen Blüthe) tritt bei den höhern Phanerogamen als Regel auf, während er bei den niedern Cryptogamen eine seltene Erscheinung ist.

Im Gewächsreiche können wir nicht einfach zwischen Hermaphroditen und Nichthermaphroditen unterscheiden. Die Pflanzen sind aus individuellen Theilen aufgebaut, die manche Botaniker als die wahren Individuen ansehen. Wenn wir nun als Regel aussprechen, dass die Vermischung der Geschlechter um so vortheilhafter wirkt, je mehr dieselben innerhalb gewisser Grenzen der Abstammung nach getrennt sind, so müssen wir diess auch auf die Pflanzenstöcke anwenden, und eine Pflanze mit monöcischen Blüten *ceteris paribus* für vollkommener erklären als eine solche mit hermaphroditischen. Wir müssen selbst noch weiter gehen und zwischen den monöcischen Gewächsen Unterschiede anerkennen, je nachdem bei ihnen die eingeschlechtigen Blüten der Abstammung nach mehr oder weniger verwandt sind. Mit Rücksicht hierauf lässt sich aussprechen, dass im Gewächsreiche die Geschlechtsorgane im Allgemeinen einander um so näher gerückt sind, je höher die Pflanze entwickelt ist.

Diese auffallende und abnormale Erscheinung ist die Folge des Umstandes, dass den Pflanzen die Bewegung des Thieres mangelt, und dass daher die Geschlechtsorgane zweier Individuen einander nicht willkürlich genähert werden können. In naher Beziehung zu der morphologischen Vervollkommnung steht die absolute Grössenzunahme; die Phanerogamen sind im Ganzen grösser als die Gefässcryptogamen, diese grösser als die Zellencryptogamen. Es mussten daher bei den vollkommnern und grössern Pflanzen die Geschlechtsorgane, wenn sie räumlich nicht allzuweit von einander entfernt werden sollten, morphologisch einander näher gerückt werden. Dazu kommt noch die Ungleichheit der befruchtenden Elemente bei Cryptogamen und Phanerogamen.

Bei erstern wird die Uebertragung der Spermatozoen auf nassem Wege vermittelt. Die Trennung der Geschlechter hat daher bei den wasserbewohnenden Cryptogamen um so weniger Nachtheile, je kleiner sie sind. Auch bei den Moosen, deren kleine Pflänzchen meist in dichten Rasen wachsen, hindert die monöcische oder diöcische Vertheilung der Geschlechtsorgane die Befruchtung nicht. Ein Regenschauer bewirkt

nicht nur das Austreten der Spermatozoen aus den reifen Antheridien, die fallenden Regentropfen müssen auch in dem umherspritzenden Wasser ihre Vertheilung über den ganzen Rasen bewirken. Der in der Nacht fallende Thau verbunden mit der Bewegung, welche ein sich einstellender Luftzug oder ein Thier verursacht, mögen die gleiche Wirkung haben. *)

Der Blütenstaub der Phanerogamen wird durch die Luft zu den Narben transportirt. Die Pollenkörner sind dazu ausgerüstet, indem eine derbe Haut sie schützt; das Wasser ist ihnen schädlich, sie gehen darin bald zu Grunde. Die regelmässige Befruchtung und Samenbildung ist unter solchen Umständen nur bei hermaphroditischen Blüten als gesichert zu betrachten. Selbst das Nebeneinanderstellen von männlichen und weiblichen Organen in der gleichen Blüthe wurde noch nicht als genügend erfunden, da in so vielen Fällen die Befruchtung durch besondere Bewegungen der Staubgefässe und Griffel unterstützt wird. Trotz dieser Vorsichtsmassregeln giebt es hermaphroditische Pflanzen, die nur dann befruchtet werden und Samen tragen, wenn gewisse Insekten in der Gegend vorkommen. Wir begreifen daher, dass so wenige Phanerogamen mit eingeschlechtigen Blüten existiren und dass die Diöcisten und Monöcisten unter ihnen (letztere wenn die männlichen und weiblichen Blüten nicht nahe beisammen sind wie bei den Carices) vorzugsweise als Bäume auftreten, in welchem Zustande sie allenfalls einer regelmässig wiederkehrenden Samenbildung entbehren können, so die Cupuliferen, Coniferen, Salices.

Die Annahme, dass die bunten Blüten und die Honigdrüsen in denselben nur durch den Nutzen, den sie der Pflanze bei der Anlockung der Insekten leisten, hervorgebracht wurden, wird durch den Umstand gerechtfertigt, dass sie nur da vorkommen, wo sie diesen Nutzen leisten, und dass die Veränderung in diesen Theilen sehr leicht vor sich geht. Es giebt zwar sterile Blüten mit grosser lebhaft gefärbter Blumenkrone. Aber dieselben kommen nur in der Umgebung von fruchtbaren Blüten vor, welche dann kleiner und unansehnlicher sind (*Centaurea*, *Helianthus*, *Viburnum* *Opulus*). Die grossen Blüten umgeben hier die kleinen, wie sonst die Blumenblätter die Fortpflanzungsorgane umschliessen. Grosse sterile ohne fruchtbare kleine Blüten kommen in der Natur nicht vor, weil sie nutzlos wären. Nur die Kunst vermag solche für die Existenz der Pflanze werthlosen Bildungen hervorzubringen und zu erhalten (die gefüllten Dahlien, der gefüllte Schneeball etc.).

Die Honigabsonderung mangelt den Cryptogamen und den wenigen unter Wasser blühenden Phanerogamen. Keine Moosblüthe wird von einem Insekt besucht. Was die in der Luft blühenden Phanerogamen betrifft, so wäre es der Mühe werth, durch genaue Beobachtungen festzustellen, welche keinen Honig in ihren Blüten bilden und welche nicht von Insekten besucht werden. Beides trifft nicht nothwendig zusammen, indem diese Thiere auch Blütenstaub und wahrscheinlich noch andere Nährstoffe aus den weichen Blüthentheilen holen. Indessen ist das Sammeln von Honig allerdings der Hauptgrund des Insektenbesuches. Den Coniferen, den Gräsern und Halbgräsern mangeln mit den Honigdrüsen auch die ge-

*) Viele diöcische Moose sind steril. Findet man Früchte, so kann man sicher sein, in dem nämlichen Rasen auch männliche Exemplare zu treffen.

färbten Blütenblätter. Honigabsonderung an andern blattartigen Organen kommt nur als Ausnahme vor, über deren Grund nichts bekannt ist.

Die Zahl der Pollenkörner, die eine Pflanze bildet, variirt zwischen den allerweitesten Grenzen und richtet sich genau nach dem Bedarf. Die kleinen Blüten von *Oxalis*, *Viola*, *Impatiens*, wo der Blütenstaub nicht aus den Staubbeuteln heraustritt und wo fast alle Pollenschläuche in die Fruchtknotenhöhle gelangen, bilden nicht viel mehr Pollenkörner als Eier. Die hermaphroditischen Blüten mit verstäubenden Antheren erzeugen dieselben in viel grösserer Menge; und bei den monöcischen und diöcischen Gewächsen ist der Blütenstaub in solcher Unmasse vorhanden, dass von blühenden Haselnusssträuchern, Weiden, Fichten ganze Wolken fortfliegen und dass der Pollen der Föhren Teiche und Seen gelb färbt.

Man möchte vielleicht Bedenken tragen, dass eine so auffallende und für die Gattung, oft auch für die natürliche Ordnung charakteristische Erscheinung wie die gefärbten Blumenblätter bloss durch das Bedürfniss, gewisse Thiere anzulocken, hervorgerufen werden könne. Nun sehen wir aber an den Kulturresultaten, wie leicht Abänderungen in der Form, Farbe und Grösse der Blüten sich bilden. Blumenblätter können bis auf das Zehnfache an Länge und Breite zunehmen; Staubgefässe verwandeln sich in Blumenblätter; kleine unscheinbare und fertile werden zu grossen gefärbten sterilen Blumen; der grünliche Kelch wird ansehnlicher und gefärbt. Diese Veränderungen geschehen täglich vor unsern Augen durch künstliche Züchtung, und es sind keine andern, die ich für die natürliche Züchtung in Anspruch genommen habe. — Es giebt ferner nah verwandte Gattungen, deren Blüthentheile in Gestalt und Färbung sich ganz anders verhalten (z. B. die *Ranunculaceen*); und die mit Dimorphismus begabten Pflanzen tragen an dem gleichen Stock so ungleich gebaute Blüten, dass man darauf bei den Orchideen verschiedene Gattungen gegründet hat, und dass sie in andern Fällen, wenn sie allein vorkämen, selbst die Trennung in verschiedene Ordnungen fordern würden. Endlich mag noch an die nahe Verwandtschaft von manchen apetalen und polypetalen Pflanzen und an das Fehlschlagen der Blumenkrone, welches zuweilen bei Polypetalen beobachtet wird, erinnert werden. Alles das zeigt uns, dass zwar die ausgebildeten Blüthentheile constante Formen annehmen, dass aber der Uebergang von kleinen unscheinbaren verkümmerten zu grossen lebhaft gefärbten Blättern und umgekehrt den Pflanzen sehr leicht ist. Aus der Veränderlichkeit eines Charakters schliesst Darwin, dass derselbe noch nicht alt sei. Auch diess stimmt mit meiner Annahme, dass die Blüten, wie wir sie jetzt kennen, nicht von Anfang an vorhanden gewesen, sondern erst durch das Bedürfniss erzeugt worden seien. Die honigsuchenden Insekten treten in grösserer Anzahl in der Tertiärzeit auf, ebenso die mit grossen gefärbten Blumenkronen geschmückten Gewächse. Diese stammten nach meiner Annahme von apetalen Pflanzen ab, und hatten anfänglich ein kleines unscheinbares Perigon, in welchem aber, wie diess ausnahmsweise auch jetzt noch an Laubblättern vorkommt, bei einzelnen Varietäten Honig in geringer Menge ausgeschieden wurde. Die natürliche Züchtung steigerte diese Absonderung und vermittelte das Grösserwerden der Blumenblätter, sowie sie gleichzeitig die Ausbildung der honigsammelnden Organe bei den Insekten bedingte.