

Einleitung.

Die Erforschung der Pflanzenwelt in alter und neuer Zeit.

Die Betrachtung der Pflanzen vom Nützlichkeitsstandpunkte.

Vor Jahren durchstreifte ich das Bergland Oberitaliens. Es war im wunderschönen Monat Mai. In einem kleinen, abgeschiedenen Tale, dessen Gehänge mächtige Eichen und hohes Strauchwerk dicht bekleideten, war die Flora mit allen ihren Reizen entfaltet. Goldregen und Manna-Eschen, Heckenrosen und Ginster, unzählige kleinere Stauden und Gräser standen in voller Blüte, aus jedem Busch ertönte das Lied einer Nachtigall, und ich genoß in vollen Zügen die ganze Herrlichkeit eines südlichen Frühlingmorgens. An einer Stelle ausruhend, äußerte ich meinem Führer, einem italienischen Bauern, meine Freude über die vielen Bäumchen des Goldregens, die mich durch ihre Blütenpracht, und über die zahlreichen Nachtigallen, die mich durch ihren Gesang entzückten. Wie grausam wurde ich aber aus meiner Stimmung gerissen, als er lakonisch antwortete: der Goldregen sei so üppig, weil sein giftiges Laub von den Ziegen nicht abgerissen werde, und Nachtigallen gebe es zwar noch viele, Hasen aber fast keine mehr. Für ihn und gewiß noch für tausend andere war das mit blühenden Büschen bedeckte Tal ein Weideplatz und die Nachtigall eine Beute des Jägers.

Dieses kleine Erlebnis scheint mir bezeichnend für die Art und Weise, wie die große Masse der Bevölkerung Tier- und Pflanzenwelt auffaßt. Die Tiere sind ihr Wildbret, die Bäume Bau- und Brennholz, die krautartigen Gewächse Gemüse, heilsame Medikamente und Nahrung für die Haustiere und die Blumen allenfalls noch Schmuck und Zierat für den Garten oder für menschliche Festtage. Wohin ich meine Schritte gewendet, in aller Herren Ländern, die ich botanisierend durchzogen, waren die Fragen der angesessenen Bevölkerung immer einander gleich. Überall sollte ich Auskunft geben, ob die Pflanzen, die ich auffuchte und aufsaß, giftig oder nicht giftig seien, ob sie gegen diese oder jene Krankheit mit Erfolg verwendet werden könnten, und durch welche Merkmale man die heilsamen oder sonst brauchbaren Gewächse zu erkennen und von den anderen zu unterscheiden vermöchte. Und genau so wie heutzutage hielt es die große Menge der ländlichen Bevölkerung in vergangenen und längst vergangenen Zeiten. Überall war es zunächst die Sorge für den Lebensunterhalt, das Bedürfnis den eigenen Hunger zu stillen, das Wohl und Wehe der Familie, das Herbeischaffen von Nahrung für die Haustiere, wodurch die Menschen zur Unterscheidung der Gewächse in nahrhafte und giftige, in wohlschmeckende und ungenießbare veranlaßt und zu Kulturversuchen und Beobachtungen der Lebenserscheinungen der Pflanzen angeregt wurden.

Nicht weniger wurde man durch den Wunsch, die Hoffnung und den Glauben, daß durch höhere Mächte einzelne Gewächse mit heilkräftigen Wirkungen ausgestattet wären, zur Untersuchung von Kräutern, Wurzeln und Samen sowie zur eingehenden Vergleichung und Feststellung der Verschiedenheiten ähnlicher Formen und Gestalten hingedrängt. Im alten Griechenland gab es eine eigene Zunft, die Rhizotomen, welche die für heilsam gehaltenen Wurzeln und Kräuter sammelten, zubereiteten und entweder selbst feilboten oder durch die Pharmakopolen feilbieten ließen. Viele von ihnen waren medizinisch erfahrene und gebildete Männer, wie der am Hofe des wegen seiner Pflanzenkenntnis berühmten Königs Mythisridates von Pontus lebende Krateuas. Dieser fügte seinem Pflanzenwerke Abbildungen bei, von denen sogar ein Teil auf uns gekommen ist. Wie von diesen Rhizotomen wurde auch von griechischen, römischen und arabischen Ärzten, z. B. Hippokrates, Dioskorides, Avicenna, und wohl auch von Gärtnern, Winzern und Ackerbauern mit wechselndem Glück und Talent über die Pflanzenwelt eine Summe von Kenntnissen erworben, die lange Zeit hindurch allein als botanische Wissenschaft galt. Noch im 16. Jahrhundert war die Auffassung der Pflanzenwelt vom reinen Nützlichkeitsstandpunkte nicht nur die der Mehrheit der Menschen, sondern auch die sehr vieler Fachgelehrten, und in den meisten Bücherwerken jener Zeit, die den Namen „Kräuterbücher“ führen, findet man die medizinische „Kraft und Würdung“ sowie überhaupt den Nutzen der beschriebenen und unterschiedenen Gewächse an hervorragender Stelle und in ausführlicher Weise behandelt. So wie man in dem festen Glauben lebte, daß die Gestirne mit den menschlichen Schicksalen im Zusammenhange stehen, war man auch in der Ansicht befangen, daß alle Wesen der Erde nur des Menschen wegen da seien, und daß insbesondere in jeder Pflanze verborgene Kräfte schlummern, die, frei gemacht, dem Menschen entweder zum Heil oder zum Schaden gereichen. Man forschte nach Anhaltspunkten, um diese Geheimnisse der Natur erschließen zu können, vermeinte in vielen Gewächsen Zaubermittel zu erkennen und glaubte auch aus der Ähnlichkeit von Blättern, Blumen und Früchten mit irgendwelchen Teilen des menschlichen Körpers eine von den überirdischen, schaffenden Mächten ausgehende Andeutung finden zu können, wie der betreffende Pflanzenteil auf den menschlichen Organismus einzuwirken bestimmt sei. Die Ähnlichkeit eines Laubblattes mit der Leber galt als ein Fingerzeig, daß dieses Blatt gegen Leberkrankheiten mit Erfolg angewendet werden könne, die herzförmige Zeichnung auf einem Blumenblatt oder die herzähnliche Gestalt einer Blüte sollte ein Heilmittel gegen Herzkrankheiten bedeuten, und in ähnlicher Weise entstand die sogenannte Signaturlehre, welche, besonders durch Bombastus Paracelsus ausgebildet, im 16. und 17. Jahrhundert eine große Rolle spielte und ja eigentlich in der Sucht nach Geheimmitteln auch heute noch fortlebt. Die Menge neigt noch immer, wie vor Jahrhunderten, mehr zu mythischen, übernatürlichen, als zu natürlichen, einfachen Deutungen, und einem Bombastus Paracelsus würde es auch gegenwärtig an gläubigen Anhängern durchaus nicht fehlen. In Wahrheit ist auch die Auffassung der Pflanzenkunde als Dienerin der Medizin und der Landwirtschaft, die Auffassung der Botanik vom reinen Nützlichkeitsstandpunkte, bei der weitaus größten Mehrzahl der Menschen derzeit nicht wesentlich anders als vor 200 und 2000 Jahren, doch dürfte es wohl an der Zeit sein, daß sie sich über diese Stufe erhebe.

Neben der ersten, des Lebens Notdurft entsprungenen Pflanzenkenntnis hatte sich schon früh eine zweite Richtung Bahn gebrochen, welche in dem Schönheitsgeföhle des Menschen ihren Ursprung hat. Diese beschränkte sich in ihren ersten Anfängen auf die

Benutzung des Laubwerkes und der Blumen wild wachsender Pflanzen zu Schmuck und Zierat, veranlaßte aber später auch die Anzucht schöner Gewächse in Gärten und führte schließlich zur Ziergärtnerei und Gartenkunst, die in verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Völkern, entsprechend der eben maßgebenden Auffassung des Schönen, die mannigfachsten Stufen durchlaufen und heute eine ebenso weite Verbreitung als erfreuliche Höhe der Entwicklung erreicht haben.

Die Beschreibung und Unterscheidung der Pflanzenformen.

Eine andere Richtung der Pflanzenkenntnis wurzelt in der Neigung der mit einem lebhaften Formensinn begabten Menschen, in die Mannigfaltigkeit der Gestalten bis in ihre letzten Einzelheiten Einsicht zu gewinnen, alle unterscheidbaren Formen nach ihrer äußeren Ähnlichkeit zu gruppieren und zu ordnen, nach Rang und Würde zu benennen, in Katalogen zu verzeichnen und die geschaffenen Register instand zu halten. Bei manchen kommt dazu noch der merkwürdige Sammeltrieb, der nur im Zusammentragen und Aufhäufen und im Besitz umfangreicher Sammlungen jener Gegenstände, denen sich seine Leidenschaft zugewendet hat, eine Befriedigung findet.

Für die Geschichte der Botanik ist diese Richtung des menschlichen Geistes sehr wichtig geworden, denn sie führte zur Botanik als Wissenschaft. Ihre ersten Spuren lassen sich mit Sicherheit weit über den Beginn unserer Zeitrechnung zurückführen; gar vieles, was die von Theophrast, dem Schüler des großen Aristoteles, um das Jahr 300 v. Chr. geschriebene „Naturgeschichte der Pflanzen“ an Beschreibungen und anderen einschlägigen Notizen enthält, beruht auf den Erfahrungen und Beobachtungen der Rhizotomen, Ärzte und Landwirte, und es geht aus dem Texte der Schrift deutlich hervor, daß manche dieser Gewährsmänner nicht ausschließlich mit Rücksicht auf die wirtschaftliche und medizinische Benutzung, sondern auch um ihrer selbst willen die Pflanzen aufsuchten und unterscheiden lernten. Theophrast selbst aber ragte geistig weit über diese bloßen Sammler hinaus, indem er nicht nur Beobachtetes und Gehörtes zusammentrug, sondern wissenschaftliche Begriffe aufstellte und allgemeine Fragen zu lösen suchte; er legte dadurch schon den Grund zu einer allgemeinen Botanik, die mit dem Griechentum verschwand und später erst von neuem geschaffen wurde. In der Römerzeit und im Mittelalter fehlte dagegen jedes Streben, sich um Gewächse zu kümmern, für die keinerlei Verwendung bekannt war. Der wißbegierige, durch dieses Streben beim Ausbruch des Vesubs 79 v. Chr. ins Verderben gelockte Plinius versuchte zwar eine große Naturgeschichte zu verfassen, in der er auch alles über die Pflanzen Bekannte zusammentrug, aber er stand dieser selbst im Verständnis fern und nahm kritiklos alles auf, was er erfahren konnte. Im ganzen Mittelalter gab es nur einen einzigen Mann, der sich wissenschaftlich mit Pflanzen befaßte, den Dominikanermönch Albert von Bollstädt, bekannt unter dem Namen Albertus Magnus (gest. 1280), den man wegen seiner Gelehrsamkeit, trotz seiner Zugehörigkeit zum Klerus, beinahe für einen Zauberer hielt. Einen großen Aufschwung erfuhr hingegen das Aufsuchen, Beschreiben und Verzeichnen aller unterscheidbaren Pflanzenformen in jenem Zeitabschnitt, in dem sich bei den Völkern des Abendlandes das Bedürfnis nach dem Studium der hellenischen Geisteskräfte, das Streben, sich die Anschauungsweise des Altertums anzueignen, und der

Wunsch, die eigenen Zustände mit ihr in Einklang zu bringen, Bahn zu brechen begann. Es war derselbe Zeitabschnitt, in dem auch die Kunst, von den Überlieferungen des Mittelalters sich losjagend, einer auf das Studium der Antike begründeten neuen Auffassung zu huldigen anfang, und es mag wohl die Wissenschaft, insbesondere die Naturwissenschaft, jene denkwürdige Zeit mit Recht gerade so wie die Kunst als ihre Renaissanceperiode bezeichnen. Mochte die Beschäftigung mit den naturgeschichtlichen Schriften der alten Griechen, der man sich im 15. Jahrhundert mit so jugendlicher Begeisterung zuwandte, dem Wissensdrange jener Zeit auch nicht genügen, so läßt sich doch nicht verkennen, daß sie, ähnlich wie im Bereiche der Kunst, anregend und reformierend einwirkte und zu jenem so lange vergeblichen Borne hinführte, aus dem ja auch die Alten selbst geschöpft hatten, nämlich zu der unmittelbaren Erforschung der Natur, zu dem unerschöpflichen Quell, der auf alle Zweige menschlichen Wissens und Schaffens zu jeder Zeit befruchtend und neubelebend eingewirkt hat.

Was insbesondere die Pflanzenkenntnis anlangt, so hatte das Studium der alten Griechen im Süden und Norden des Abendlandes alsbald zum eifrigsten Auffuchen und Unterscheiden der heimischen Gewächse hingeleitet und nicht bloß einen unwiderstehlichen Forschungsdrang, sondern auch eine unermüdliche Arbeitslust angeregt, deren Ergebnisse wir in zahlreichen dickleibigen auf uns gekommenen „Kräuterbüchern“ noch heute anstaunen. Durchblättert man diese Folianten, die der Mehrzahl nach der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts entstammen, und sucht man darin nach einem leitenden Gedanken, der bei der Anordnung des Stoffes maßgebend gewesen sein konnte, so wird man sie freilich noch unbefriedigt beiseite legen müssen. Die Pflanzen wurden eben von den Autoren beschrieben und abgehandelt, wie sie ihnen gerade in den Wurf gekommen waren, und nur hier und da findet man einen schwachen Anlauf, physiognomisch nahestehende Pflanzenarten aneinanderzureihen und in Gruppen zusammenzufassen. Auch auf die geographische Verbreitung wurde nur ganz beiläufig Rücksicht genommen. Pflanzen des heimatischen Bodens, Kräuter, die man aus den von fahrenden Theriak-Krämern eingehandelten Samen im Garten zum Keimen und Blühen gebracht, sowie endlich Gewächse, deren Früchte als Kuriositäten immer häufiger aus der aufgeschlossenen Neuen Welt nach Europa gebracht wurden, würfelte man bunt durcheinander, und alles Streben ging damals sichtlich dahin, aufzuzählen und zu beschreiben, was nur immer unter den belebenden Strahlen der Sonne ergrünte und Früchte reifte.

An die heimische Scholle gebannt, hatte die Mehrzahl der botanischen Schriftsteller jener Zeit nur ganz dunkle Ahnungen von der Verschiedenheit der Pflanzendecke anderer Zonen und Regionen. In der Meinung, die von Theophrastus, Dioskorides und Plinius vor Jahrhunderten beschriebenen, den Küstenländern des Mittelmeeres angehörenden Pflanzen müßten mit den Gewächsen ihrer rauheren Heimat identisch sein, wandten insbesondere die deutschen „Väter der Botanik“ die alten griechischen und lateinischen Pflanzennamen unbedenklich auch auf die Pflanzenarten ihrer Umgebung an und waren von der Übereinstimmung der deutschen, griechischen und italienischen Flora so fest überzeugt, daß sie selbst die zahlreichen Widersprüche in den Beschreibungen nicht irremachen und nicht abhalten konnten, immer wieder in langen Erörterungen zu untersuchen, ob Theophrast und Dioskorides diese oder jene Pflanze mit einem bestimmten Namen gemeint haben dürften. Erst nach und nach gab man diese unfruchtbaren Verhandlungen über die griechischen und lateinischen Namen der Gewächse, mit denen man viele Seiten der Kräuterbücher füllte, auf.

Man lernte allgemach einsehen, daß den vergilbten Blättern der alten Schriften, trotz aller Ehrfurcht vor ihrem anregenden Werte, das grüne Buch der Natur doch noch weit vorzuziehen sei, und gab sich nun ganz der unmittelbaren Erforschung der heimischen Pflanzenwelt hin. Dieser Wendepunkt war gegen Ende des 16. Jahrhunderts eingetreten, und der erste, der in seinen umfangreichen Werken die philologischen Haarspaltereien vermied, auch den Nützlichkeitsstandpunkt verließ und nur noch von dem Wunsche geleitet war, alles, was da sproßt und blüht, kennen zu lernen, zu unterscheiden, zu beschreiben, womöglich auch im Garten zu kultivieren und durch Abbildungen der Mitwelt zur Anschauung zu bringen, war Charles de l'Écluse aus Artois, der nach der Sitte der damaligen Zeit seinen Namen in den lateinischen Clusius umwandelte. Clusius war auch der erste, der, befeelt von dem Wunsche, mit eigenen Augen zu sehen, wie die Pflanzenwelt jenseit der Berge aussehe, botanische Reisen ausführte und zum Zwecke der Erweiterung der Pflanzenkenntnis Europa von den spanischen Sierrren bis an die Grenzen der ungarischen Pustten und vom Strande des Meeres bis hinauf zu den Gipfeln der Norischen Alpen durchstreifte. Diese botanischen Reisen wurden allmählich auf immer weitere Kreise ausgedehnt und so aus allen Zonen und Weltteilen reichliches Material herbeigeschleppt. In jene Zeit fällt auch die Anlegung von Sammlungen getrockneter Pflanzen, die man zuerst „Hortus vivus“, später „Herbarium“ nannte, und mit denen man alsbald alle naturhistorischen Museen ausstattete.

Bis in die ersten Jahrzehnte des 18. Jahrhunderts hatte sich auf diese Weise eine außerordentliche Menge von Einzelbeobachtungen angesammelt, und schließlich wurde denn doch das Bedürfnis immer dringender, diesen aufgehäuften Wust einmal zu sichten und zu ordnen. Als daher Linné die durch Jahrhunderte angesammelten Einzelarbeiten mit unglaublichem Fleiß und in fabelhaft kurzer Zeit bewältigte und das ganze zerstreute Material überichtlich gruppierete, konnte er der allgemeinsten Anerkennung sicher sein. Linné hatte, an Stelle der schwerfälligsten älteren Bezeichnungen, für die einzelnen Pflanzenarten kurze Namen eingeführt und gelehrt, die Arten oder „Spezies“ durch bündige Beschreibungen zu unterscheiden. Es wurden von ihm zu diesem Behufe die Glieder, in welche die Pflanze auswächst, als Wurzel, Stamm, Laubblatt, Deckblatt, Kelch, Blumenkrone, Staubgefäß, Pistill, Frucht und Same, genau definiert, von diesen Gliedern wieder bestimmte Gestalten, so beispielsweise der Schaft, der Halm, der Stengel, als Formen des Stammes und noch überdies die Teile eines jeden Gliedes, wie z. B. an den sogenannten Staubgefäßen: der Staubfaden, die Anthere und der Blütenstaub, am Pistill: der Fruchtknoten, der Griffel und die Narbe, unterschieden und für jedes dieser Dinge ein lateinischer Kunstausdruck (terminus) festgesetzt. Mit Hilfe der so geschaffenen botanischen Sprache wurde es dann möglich, nicht nur die Beschreibungen der Pflanzenarten kurz zu fassen, sondern auch die ähnlichen Arten nach diesen Beschreibungen wiederzuerkennen und zu „bestimmen“, d. h. anzugeben, welcher Name ihnen von den Botanikern gegeben worden war, und in welche Gruppe sie gehörten.

Als Einteilungsgrund benutzte Linné für das von ihm aufgestellte „System“ die Verhältnisse der Blütenteile. Die Zahl, die relative Länge, die Verwachsung und die Verteilung der Staubgefäße bildeten die Anhaltspunkte zur Unterscheidung der „Klassen“ dieses Systems. In jeder Klasse wurden dann mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Fruchtanlage, zumal der Zahl der Griffel, die „Ordnungen“ unterschieden, und jede Ordnung zerfiel wieder in enger begrenzte Gruppen, die als „Gattungen“ bezeichnet wurden. An die

23 Klassen der Blütenpflanzen (Phanerogamen) reichte Linné dann noch als 24. Klasse die blütenlosen Pflanzen (Kryptogamen), die wieder mit Rücksicht auf den allgemeinen Eindruck, den sie hervorbringen, sowie mit Rücksicht auf ihr Vorkommen in mehrere Gruppen (Farne, Moose, Algen, Pilze) unterschieden wurden.

Diese Methode hatte sich im Fluge die gebildete Welt erobert. Engländer, Deutsche und Italiener arbeiteten jetzt als getreue Schüler Linnés in diesem Sinne. Auch die Laienwelt betrieb mit großem Eifer Botanik im Linnéschen Stile, und man empfahl die Botanik insbesondere auch den Frauen als einen harmlosen, den Geist nicht übermäßig anstrengenden Zeitvertreib. In Frankreich hielt Rousseau einem Kreise schöngeistiger Frauen Vorträge über Botanik, und auch Goethe fühlte sich von der „lieblichsten der Wissenschaften“, wie man damals die Botanik nannte, mächtig angezogen. Einem Werke über Blumenzucht, das den Titel „Flora“ trägt und von dem Italiener G. B. Ferrari 1638 verfaßt ist, hatte man diese Bezeichnung entlehnt und für Pflanzenverzeichnisse größerer oder kleinerer abgegrenzter Gebiete eingeführt (Garten). Es gab um die Mitte des 17. Jahrhunderts eine Menge solcher Verzeichnisse der natürlich vorkommenden blühenden Pflanzen: eine Flora von Preußen, der Mark, von Altdorf, Leipzig, Ulm, von China usw. Irrtümlich wird Linné die Einführung des Namens Flora zugeschrieben; er hat jedoch erst später Floren von Lappland und Schweden geschrieben und damit weiteren Anstoß zur Abfassung solcher Pflanzenverzeichnisse gegeben, so daß schon Ende des 18. Jahrhunderts eine Flora Anglica, Pedemontana, Carniolica, Austriaca usw. vorlagen. Hiermit war denn auch jene Richtung, die in der Betrachtung der fertigen äußeren Gestalt der Pflanzen, in ihrer Unterscheidung, Beschreibung, Benennung und Gruppierung sowie in der Aufzählung der in einem bestimmten Landstriche heimischen Arten ihr einziges leitendes Ziel findet, auf einen gewissen Höhepunkt gelangt. Leider verirrt man sich später vielfach in ein geistloses Schematisieren, begnügte sich mit Sammeln, Präparieren und Anlegen von Herbarien oder erging sich in endlosen Debatten über die Frage, ob irgendeine von diesem oder jenem Forscher entdeckte, unterschiedene und beschriebene Pflanzenform den Rang einer Art beanspruchen dürfe oder als eine durch den Standort oder durch die örtlichen Verhältnisse der Wärme, des Lichtes und der Feuchtigkeit bedingte Varietät zu gelten habe, und gefiel sich darin, hier eine Gruppe von Formen als Varietäten einer „Spezies“ zusammenzufassen, dort die von einem Autor beschriebene Art in mehrere Spezies zu trennen, ohne sich dabei auf die allein maßgebende, durch den Kulturversuch zu ermittelnde Erblichkeit und Unveränderlichkeit oder Unbeständigkeit und Veränderlichkeit der Gestalt zu stützen. Aber man war viel zu besangen in dem von Linné aufgestellten Grundsatz, daß die Arten unveränderlich seien, um mit diesem Spiel einen wissenschaftlichen Gedanken verbinden zu können. So wurde durch diese Methode zwar Ordnung in der Mannigfaltigkeit, aber keine neue Erkenntnis errungen. Die Anordnung der Pflanzen, die bei den verschiedenen Botanikern sehr verschieden ausfiel, nannte man ein „System“, und die ganze klassifizierende Tätigkeit Systematik.

Die gerügten Verirrungen bildeten aber für die Entwicklung dieser Richtung keine nennenswerte Schranke. Der Sammeltrieb, wie er einst Clusius beherrscht hatte, brach sich vielmehr in immer weiteren Kreisen Bahn; die Pflanzenwelt der abgelegensten Teile der Erde wurde von botanischen Reisenden ohne materiellen Vorteil, nicht selten unter den größten Gefahren für die Gesundheit, ja selbst mit Aufopferung des Lebens durchforscht, und immer wieder erstanden in den folgenden Generationen in allen Ländern und in allen

Schichten der Bevölkerung Tausende von Jüngern der „scientia amabilis“, die alle, von einem unwiderstehlichen Drange hingerissen, der Erforschung der heimatischen und fremdländischen Flora oder der minutiösesten Untersuchung der unscheinbarsten Abteilungen des Pflanzenreiches sich widmeten. Wer nicht im Banne solcher Leidenschaft steht, vermag es nicht zu begreifen, welche Seligkeit den erfasst, der ein noch nicht bekanntes Moos zu entdecken das Glück hat, und es ist ihm auch unverständlich, wie der eine der Unterscheidung der Algen oder Flechten, der andere der monographischen Bearbeitung der Brombeeren oder Orchideen die Arbeitskraft seines halben Lebens widmen kann. Welche Ausdehnung diese Richtung im Laufe der Zeiten gewonnen hat, wird am besten ersichtlich, wenn man die Zahl der Arten berücksichtigt, die in den botanischen Werken in verschiedenen Perioden beschrieben wurden. Während Theophrast in seiner „Naturgeschichte der Pflanzen“ etwa 500 Arten erwähnt und Plinius deren wenig mehr als 1000 aufzählt, waren im Zeitalter Linnés nahezu 10000 bekannt geworden, und gegenwärtig dürfte die Zahl 200000 schon überschritten sein, wozu allerdings bemerkt werden muß, daß die Hälfte der seit Linné beschriebenen Gewächse auf Rechnung der Sporenpflanzen kommt, deren Untersuchung erst durch die Verbreitung des Mikroskops in neuerer Zeit ermöglicht wurde. Die Anzahl der Pflanzenarten auf der Erde dürfte, ohne die Pilze, die wenigstens so zahlreich sind wie alle anderen Pflanzen zusammen, die Ziffer 400000 erreichen, so daß man also heute noch nicht die Hälfte aller Arten kennt.

Das Mikroskop hatte auch zu Aufschlüssen über den inneren Bau der Pflanzen geführt. Nach einem bemerkenswerten Anlaufe vor 240 Jahren durch *Grew* und *Malpighi*, der freilich alsbald wieder spurlos im Sande verlaufen war, wurde im Anfang unseres Jahrhunderts „der inwendige Bau der Gewächse“ mit um so größerem Eifer an der Hand des Mikroskops studiert. Wie in Gebäuden, welche verschiedenen Stilen angehören, die Formen der einzelnen Flügel, Stöckwerke, Gelasse, Erker und Giebel, nicht weniger jene der Säulen, Pilaster und Ornamente verschieden sind, so auch bei den Pflanzen. Da gibt es in mikroskopischer Kleinheit hohe und niedere Gemächer, Gewölbe, Gänge und Kanäle, dicke und dünne Grundschwelle und Strebepfeiler, Bausteine der verschiedensten Größe, Wandungen mit den mannigfachsten Skulpturen, und es war Aufgabe der Pflanzenanatomie, die Gewächse zu zergliedern, alle diese Bildungen unter dem Mikroskop zu ergründen, die so verschieden geformten einfachsten Bausteine sowie den Grund- und Aufriß dieser Pflanzengebäude zu beschreiben und die verschiedenen Formen zu benennen, ähnlich wie es Linné mit den so mannigfaltig gestalteten Stengeln, Laubblättern, Blüten- und Fruchtteilen getan hatte. So entstand nach Linnés Ableben eine ganz neue Wissenschaft, die Pflanzenanatomie.

Die Metamorphosenlehren und die Morphologie.

Neben dem in kaum zu überschender Breite dahinfließenden Strome der Forschung, dessen Ziel vorwiegend die Unterscheidung, Beschreibung und übersichtliche Einteilung der mannigfaltigen fertigen Pflanzenformen war, hatte sich schon vor drei Jahrhunderten, obwohl anfangs sehr unvollkommen, eine neue Richtung angebahnt, welche die Gestalten in ihrem Werden betrachtet, sie auf ihren Ursprung zurückzuführen sucht, die unendliche Menge von Pflanzenarten, den Reichtum von Laub- und Blütenformen und die Fülle von

Zell- und Gewebebildungen in ihrer Entwicklung von Stufe zu Stufe verfolgt und sich bemüht, aus der Vielheit die Einheit herauszufinden, den Zusammenhang der auseinander hervorgegangenen Gestalten als einen gesetzmäßigen darzustellen und diese Gesetze in bestimmter Sprachform zum Ausdruck zu bringen.

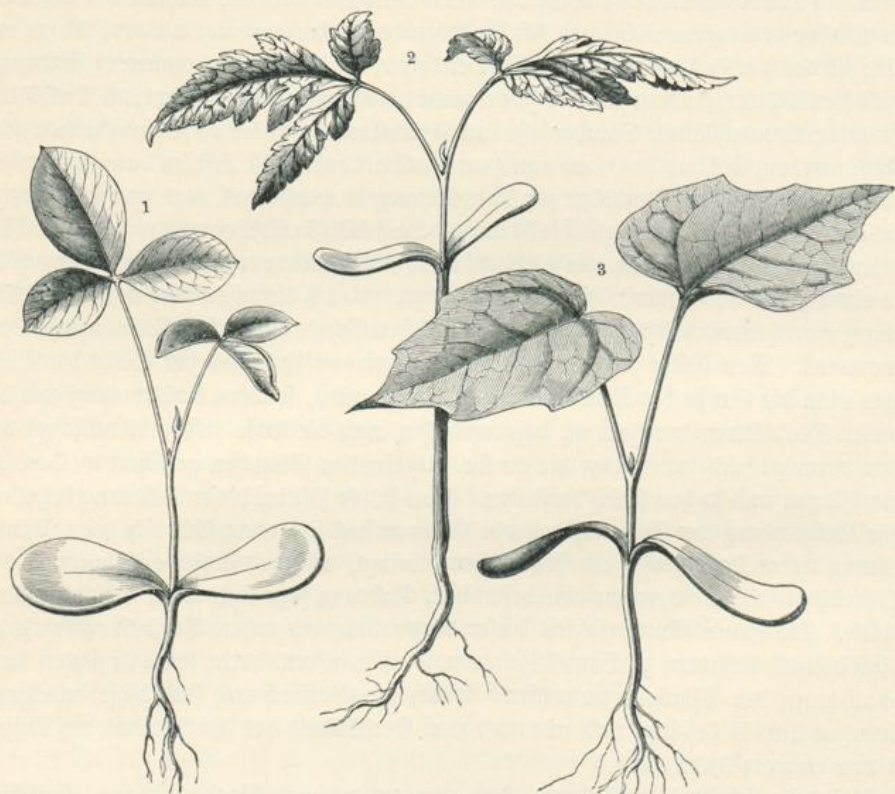
Zunächst wendete sich hierbei die Aufmerksamkeit der Botaniker dem Wechsel der Blattgestalt zu, jenem fesselnden Vorgange, der sich an allen Samenpflanzen abspielt, wenn aus dem schwachen Keim allmählich ein blütentragender Sproß wird. Dies Interesse ist begreiflich, denn die Blätter sind im allgemeinen die bezeichnendsten Organe der Pflanze und fallen als solche ins Auge. In einer Stufenfolge entstehen am Umfange des Stengels, der als Tragachse dient, Blattbildungen, wesentlich immer dieselben, aber doch fort und fort in ihrer Gestalt wechselnd, in ihrem Zuschnitt, ihrem Maß und ihrer Färbung sich ändernd, je nachdem sie an höher oder tiefer gelegenen Punkten der Achse stehen. Die Ursachen dieser Gestaltänderung klarzulegen, war ein anziehendes Problem, dessen Lösung durch sehr verschiedene Theorien angestrebt wurde. Nach der ältesten Erklärung, welche, von dem Italiener Cesalpini gegen Ende des 16. Jahrhunderts gegeben, sich weit weniger auf sorgfältige Beobachtung als auf flüchtiges Vergleichen und entfernte Ähnlichkeit der Gewebe stützt, wäre der Stengel zusammengesetzt aus einem lebensvollen zentralen Mark, das von den konzentrisch geschichteten Gewebezonen des Holzes, des Bastes und der Rinde mantelförmig umgeben wird. Jede der aus der Achse entstandenen Blattformen hat nun nach dieser Theorie ihren Ursprung in einem der genannten Gewebe, und zwar so, daß aus der Rindenschicht das grüne Laub und der grüne Kelch, aus der Bast-schicht die buntgefärbte Blumenkrone, aus der Holzschicht die Staubgefäße und aus dem Mark die Fruchtknoten herauswachsen sollen. Auch die äußere Hülle einer Frucht dachte man sich aus der Rindenschicht des Fruchts Stiels, die Samenschale aus dem Holz und das Innere des Samens aus dem Mark hervorgegangen. Das alles war aber nur ein aus aristotelischer Philosophie geschöpftes Gedankenspiel, das, durch keine Beobachtung bestätigt, vollständig falsch war. Immerhin war es ein Anfang, daß man sich doch die Frage stellte: wie entstehen denn eigentlich die Blätter und Blüten an einer Pflanze.

Diese Frage durch mikroskopische Beobachtung zu lösen, hatte der bedeutende Anatom Kaspar Friedrich Wolff 1759 mit Erfolg unternommen, aber da er kein Botaniker war, beachtete man seine Untersuchungen nicht. Am wenigsten tat das Linné, der von mikroskopischen Untersuchungen nichts verstand und nichts wissen wollte. Er, der in allen botanischen Fragen als höchste Autorität galt, hatte sich der Theorie Cesalpini's angeschlossen, und da er in der angeblichen Entstehung der eigentlichen Blüthe theile aus den inneren Stengelgeweben eine Ähnlichkeit mit dem Hervorkommen eines Insektes aus seiner Puppenhülle erblickte, übertrug er den hier üblichen Ausdruck Metamorphose auf die Pflanzen und lehrte, die Blüthe sei eine Metamorphose aus den Stengelgeweben. Er verband mit dieser unrichtigen Ansicht noch eine zweite Hypothese. Diese nannte er Prolepsis und sie sollte erklären, welche Ursachen die Umwandlung der Stengelgewebe zur Blüthe zustande brächten. Linné dachte sich, daß das Mark des Stengels an bestimmten Stellen die Rinde durchbräche, um dort eine Knospe zu bilden, welche später zu einem Seitenzweige auswächst. Durch dieses seitliche Vordrängen des Markes werde der aufsteigende Nahrungs-saft unter der angelegten Knospe gestaut, und infolge dieser Stauung wachse die Rinde unterhalb der Knospe zu einem Laubblatte aus. Das war freilich eine ganz willkürliche, falsche Annahme, denn

die Knospen entstehen nicht aus dem Mark, sondern als äußerliche Auswüchse des Stengelendes, in den Winkeln der Blattanlagen. Linné philosophierte weiter: In der Knospe sind die Teile der künftigen Jahrestriebe schon angelegt und bilden dort übereinanderstehende Stufen, von welchen jede höhere immer von der tieferen erzeugt wird. Mit beginnender Vegetationstätigkeit nach Ablauf der Winterruhe wächst die Knospe aus. Kommt nur jener Teil der Knospe zur Entwicklung, der in ihr die Anlage für das erste Jahr bildet, so entsteht ein mit Laubblättern besetzter Sproß. Es können aber auch die, nach Linnés Meinung, in der Knospe verborgenen Anlagen für die folgenden Jahre angeregt werden, sich zu entwickeln; ist das der Fall, so erscheinen diese antizipierten (vorweggenommenen) Bildungen nicht als Laubblätter, sondern in ihrer Form mehr oder weniger verändert, als Deckblätter, Kelchblätter, Kronenblätter, Staubgefäße und Fruchtknoten. Wäre diese Antizipation nicht angeregt worden, so käme das, was nun zum Deckblatt auswächst, erst im darauffolgenden, d. h. im zweiten Jahr als Laubblatt zur Entwicklung, es würde das, was zum Kelche wird, erst im dritten Jahr, und zwar gleichfalls nur als Laubblatt in Erscheinung treten usw. Diese Umgestaltung der Blätter oder, wie es Linné nennt, diese Metamorphose ist demnach die Folge einer „Prolepsis“ (verfrühten Entwicklung), und als Ursache dieser verfrühten Entwicklung und Metamorphose wird von der Linnéschen Schule eine lokale Nahrungsabnahme angenommen. Man stellte sich vor, daß infolge geringen Zuflusses der Säfte die Blattanlagen nicht die Größe der Laubblätter erreichen könnten, sondern verkümmern, wie das bei vielen Deckblättern der Fall ist, daß weiterhin auch die Achse sich nicht mehr zu verlängern vermöge und demzufolge die an ihr entstehenden Blättchen genähert bleiben, zusammenhängen und so den Kelch darstellen. Man stützte sich bei dieser Erklärung besonders auf die Behauptung der Gärtner, daß ein Pflanzenstock in gutem Erdreich bei reichlicher Ernährung lieber Laubspresse als Blüten hervorbringt, während derselbe Pflanzenstock in ein Erdreich versetzt, wo ihm nur eine beschränkte Nahrung zugeführt wird, reichlich Blüten entwickelt. Die ganze Wunderlichkeit dieser verzwickten und rohen Vorstellungsweise erklärt sich daraus, daß man zu Linnés Zeiten noch nicht gelernt hatte, seine Ansichten durch Beobachtung der Pflanzen zu prüfen. Durch die Beobachtung sind diese erdichteten Erklärungen Linnés beseitigt und nur noch zum Verständnis des Fortschrittes der Wissenschaft von einigem Interesse.

Dieser Fortschritt bestand darin, daß eine andere, aus Beobachtungen abgeleitete Hypothese über die Entstehung der Blüte aufgestellt wurde, deren spätere Bestätigung und allgemeine Annahme in der Botanik um so mehr hervorzuheben ist, als sie nicht von einem Botaniker, sondern von Goethe herrührt. Goethe behielt den von Linné aus der älteren Literatur entnommenen Ausdruck „Metamorphose“ bei, gab aber eine von Linné vollständig abweichende Erläuterung der Entstehung der Blüte, die er in einer vielbesprochenen und durch die Anregung zu ähnlichen Studien bedeutungsvoll gewordenen Schrift „Versuch, die Metamorphose der Pflanzen zu erklären“ 1790 darlegte. Goethes Erklärung der Metamorphose läßt sich kurz in folgender Weise wiedergeben. Die Pflanze baut sich stufenweise aus Internodien (Stengelgliedern) auf, die als Seitenorgane die Blätter erzeugen, die von den Knoten eines Stengels ausgehen. Zuerst entwickeln sich an der aus dem Samen aufkeimenden jungen Pflanze, von dem untersten Stengelknoten ausgehend und häufig unter der Erde, jene Organe, die man Samenlappen oder Kothyledonen genannt hat (s. Abbildung, S. 12). Sie sind von verhältnismäßig geringem Umfang, einfach, gewöhnlich

ohne Spur von Einschnitten, erscheinen zuweilen als weißliche, dickliche Lappen, die, wie sich Goethe ausdrückt, mit einer rohen Materie gleichsam vollgestopft und nur grob organisiert sind. Goethe deutet diese Kotyledonen als die ersten, in der Entwicklungsreihe auf der tiefsten Stufe stehenden Blätter. Nach ihnen und über ihnen entwickeln sich an den folgenden Knoten des Stengels die Laubblätter; sie sind ausgedehnter, länger und breiter, oft am Rand eingekerbt, in Zipfel gespalten oder auch aus Teilblättchen zusammengesetzt



Keimende Pflanzen mit Kotyledonen und Laubblättern: 1 Goldregen (*Cytisus Laburnum*), 2 Köfrenterie (*Koelreuteria paniculata*), 3 Spitzahorn (*Acer platanoides*).

und grün gefärbt (s. die Abbildungen auf dieser und der folgenden Seite). „Sie stehen auf einer höheren Stufe der Ausbildung und Verfeinerung, welche sie dem Licht und der Luft schuldig sind.“ Noch weiter aufwärts erscheint dann die dritte Entwicklungsstufe des Blattes. Das, was Linné den Kelch nennt, ist jedoch auf das Blatt zurückzuführen; es ist eine Umbildung dieses Grundorgans. Diese zusammengedrängten Blätter, die gewissermaßen im dritten Stockwerk des ganzen Pflanzengebäudes von den Stengelknoten ausgehen und dort den Kelch bilden, sind im Vergleiche zu den gut ausgebildeten Laubblättern kurz, zusammengezogen und wenig mannigfaltig (Abb. 4 auf S. 13). Auf der vierten Sprosse der Leiter, auf der das Blatt gewissermaßen in seinem Streben, sich zu vervollkommen, emporsteigt, erscheint das, was die Linnésche Terminologie die Korolle oder Blumenkrone nennt. Die Blumenkrone besteht, wie der Kelch, wieder nur aus mehreren um einen

Mittelpunkt gruppierten Blättern (Abb. 5). Hat im Kelch eine Zusammenziehung stattgefunden, so findet jetzt wieder eine Ausdehnung statt. Die Blätter der Krone sind nämlich



Blattmetamorphosen, an Bohne dargestellt: 1 keimende Pflanze mit Keimblättern, 2 und 3 dieselbe Pflanze weiter entwickelt mit Laubblättern, 3 die Keimblätter und untersten Laubblätter bereits verwelkt; 4 dieselbe Pflanze mit einer Blütenknospe, an welcher die zusammenschließenden Kelchblätter sichtbar sind, 5 die Blüte geöffnet, Korollenblätter, Staubgefäße und Fruchtblätter (Pistill) entwickelt. (Zu S. 12—14.)

im allgemeinen umfangreicher als jene des Kelches, sie sind überdies zarter, feiner, prangen in bunten Farben, und Goethe, dessen Ausdrucksweise hier soweit wie möglich festgehalten

ist, denkt sich dieselben auch mit feineren, reineren Säften erfüllt. Er stellt sich vor, daß diese Säfte in den tiefer stehenden Blättern und in den Gefäßen der tieferen Region des Stengels gewissermaßen filtriert werden und dadurch mehr und mehr vervollkommenet in die oberen Stockwerke gelangen; auch meint er, ein feinerer Saft müsse dann auch ein feineres, zarteres Gewebe bedingen. Über der Korolle folgt nun auf der fünften Sprosse der Stufenleiter die Gruppe der Staubgefäße, Gebilde, die zwar der gewöhnlichen Vorstellung eines Blattes nicht entsprechen, aber doch wieder nur als Blätter zu deuten sind. Im Bereich der Blumenkrone waren die Blätter ausgebreitet und durch ihren Farbenreiz in die Augen fallend, in den Staubgefäßen erscheinen sie auf das äußerste zusammengezogen, zum Teil fast fadenförmig, in einem höchst verfeinerten Zustand; und in jenen Teilen dieser Staubgefäße, die man die Antheren nennt, entwickeln sich die „Staubkügelchen“, in denen „ein höchst feiner Saft aufbewahrt ist“. An diese den Blütenstaub oder Pollen erzeugenden Blätter, in welchen die Zusammenziehung den äußersten Grad erreicht hat, schließt sich endlich das sechste Stockwerk, aus breiter angelegten Blättern gebildet, in denen das Blatt zum letztenmal eine Ausdehnung erfährt. Es sind die Fruchtblätter, die um den obersten Teil des Stengels zusammenschließen und die Samen umhüllen, welche sich innerhalb des Fruchthäufes herausbilden.

So verschieden nun auch die Stengelblätter und Blütenteile erscheinen mögen, so sind sie nach Goethes Ansicht doch alle wesentlich dasselbe, nämlich Blätter. Goethe konnte seine Metamorphosenansicht nur auf Umwegen beweisen, denn der gebotene Weg mikroskopischer Beobachtung, den R. F. Wolff schon eingeschlagen hatte, war ihm nicht geläufig genug. Er benutzte zur vorläufigen Begründung seiner Hypothese den Hinweis auf gefüllte Blüten, in denen man, z. B. bei Rosen, Päonien usw., oft Übergänge von Staubblättern in Blumenblätter findet. Auch auf andere Übergangsformen wies er hin und bildete sie ab. Z. B. findet man zuweilen bei Tulpen Übergänge von grünen Laubblättern zu bunten Kronenblättern. Goethe hat auch Fälle abgebildet, wo ein Blatt halb Laubblatt, halb Kronenblatt ist und die Teile sich beim Wachstum durch Zerreißen trennen (vgl. die beigeheftete Tafel, die aus Goethes Nachlaß stammt). Später aber wurde, an Wolffs Untersuchungen anknüpfend, bestätigt, daß in der Tat Laubblätter und Blütenteile aus gleichen Anlagen entstehen, also sämtlich „Blätter“ genannt werden müssen.

Indem Goethe auf diese Weise die Metamorphose der Blüte auffaßte und klarer als alle seine Vorgänger und Zeitgenossen „die mannigfaltigen besonderen Erscheinungen des herrlichen Weltgartens auf ein allgemeines einfaches Prinzip zurückzuführen“ bemüht war, gelangte er in späteren Untersuchungen, die sich auch auf die anderen Vegetationsorgane außer den Laubblättern erstreckten, zu einer allgemeinen Anschauung über die Metamorphose, die heute die Grundlage der Pflanzenmorphologie bildet. Diese Ansicht geht dahin, daß der Pflanzenembryo im Gegensatz zum tierischen nicht alle späteren Organe der Pflanze bildet, sondern nur die wenigen Grundorgane: Wurzel, Stengel und Blätter, erzeugt. Alle anderen Organe, deren die Pflanze später bedarf, z. B. Ranken, Dornen, Zwiebeln, Rhizome, Knollen, Blüten, entstehen durch Umwandlung (Metamorphose) der Grundorgane. Überall bestätigt die Beobachtung der Pflanzenentwicklung diese Anschauung, so daß die Metamorphose heute keine Hypothese, sondern eine Tatsache ist.

Während für Linné und seine Schule die Formverhältnisse der Pflanzen nur für den praktischen Zweck ihrer Einteilungen von Interesse waren, hatte die auf Erkenntnis der



Umbildung (Metamorphose) von Laubblättern der Tulpe zu Blumenblättern.

Nach Harten, Goethes Metamorphose der Pflanze (Stieglitz 1807).

Am Stengel stehen unterhalb der Blüte blumenblattähnlich gewordene Laubblätter. Bei Fig. 1 und 2 sind die Blumenkronen der Tulpe und die Staubfäden abgetrennt.
In Fig. 3 und 4 ist das obere Stengelblatt halb Blumenblatt, halb Laubblatt und trennt sich beim Wachsen des Stengels in zwei Hälften.

ist, denkt sich dieselben auch mit feineren, reineren Säften erfüllt. Er stellt sich vor, daß diese Säfte in den tiefer stehenden Blättern und in den Gefäßen der tieferen Region des Stengels gewissermaßen filtriert werden und dadurch mehr und mehr vervollkommenet in die oberen Stockwerke gelangen; auch meint er, ein feinerer Saft müsse dann auch ein feineres, zarteres Gewebe bedingen. Über der Korolle folgt nun auf der fünften Sprosse der Stufenleiter die Gruppe der Staubgefäße, Gebilde, die zwar der gewöhnlichen Vorstellung eines Blattes nicht entsprechen, aber doch wieder nur als Blätter zu deuten sind. Im Bereich der Blumenkrone waren die Blätter ausgebreitet und durch ihren Farbenreiz in die Augen fallend, in den Staubgefäßen erscheinen sie auf das äußerste zusammengezogen, zum Teil fast fadenförmig, in einem höchst verfeinerten Zustand; und in jenen Teilen dieser Staubgefäße, die man die Antheren nennt, entwickeln sich die „Staubkugeln“, in denen „ein höchst feiner Saft aufbewahrt ist“. An diese den Blütenstaub oder Pollen erzeugenden Blätter, in welchen die Zusammenziehung den äußersten Grad erreicht hat, schließt sich endlich das sechste Stockwerk, aus breiter angelegten Blättern gebildet, in denen das Blatt zum letztenmal eine Ausdehnung erfährt. Es sind die Fruchtblätter, die um den obersten Teil des Stengels zusammenschließen und die Samen umhüllen, welche sich innerhalb des Fruchthäuses herausbilden.

So verschieden nun auch die Stengelblätter und Blütenteile erscheinen mögen, so sind sie nach Goethes Ansicht doch alle wesentlich dasselbe, nämlich Blätter. Goethe konnte seine Metamorphosenansicht nur auf Umwegen beweisen, denn der gebotene Weg mikroskopischer Beobachtung, den N. J. Wolff schon eingeschlagen hatte, war ihm nicht geläufig genug. Er benutzte zur vorläufigen Begründung seiner Hypothese den Hinweis auf gefüllte Blüten, in denen man, z. B. bei Rosen, Päonien usw., oft Übergänge von Staubblättern in Blumenblätter findet. Auch auf andere Übergangsformen wies er hin und bildete sie ab. Z. B. findet man zuweilen bei Tulpen Übergänge von grünen Laubblättern zu bunten Kronenblättern. Goethe hat auch Fälle abgebildet, wo ein Blatt halb Laubblatt, halb Kronenblatt ist und die Teile sich beim Wachstum durch Zerreißen trennen (vgl. die beigeheftete Tafel, die aus Goethes Nachlaß stammt). Später aber wurde, an Wolffs Untersuchungen anknüpfend, bestätigt, daß in der Tat Laubblätter und Blütenteile aus gleichen Anlagen entstehen, also sämtlich „Blätter“ genannt werden müssen.

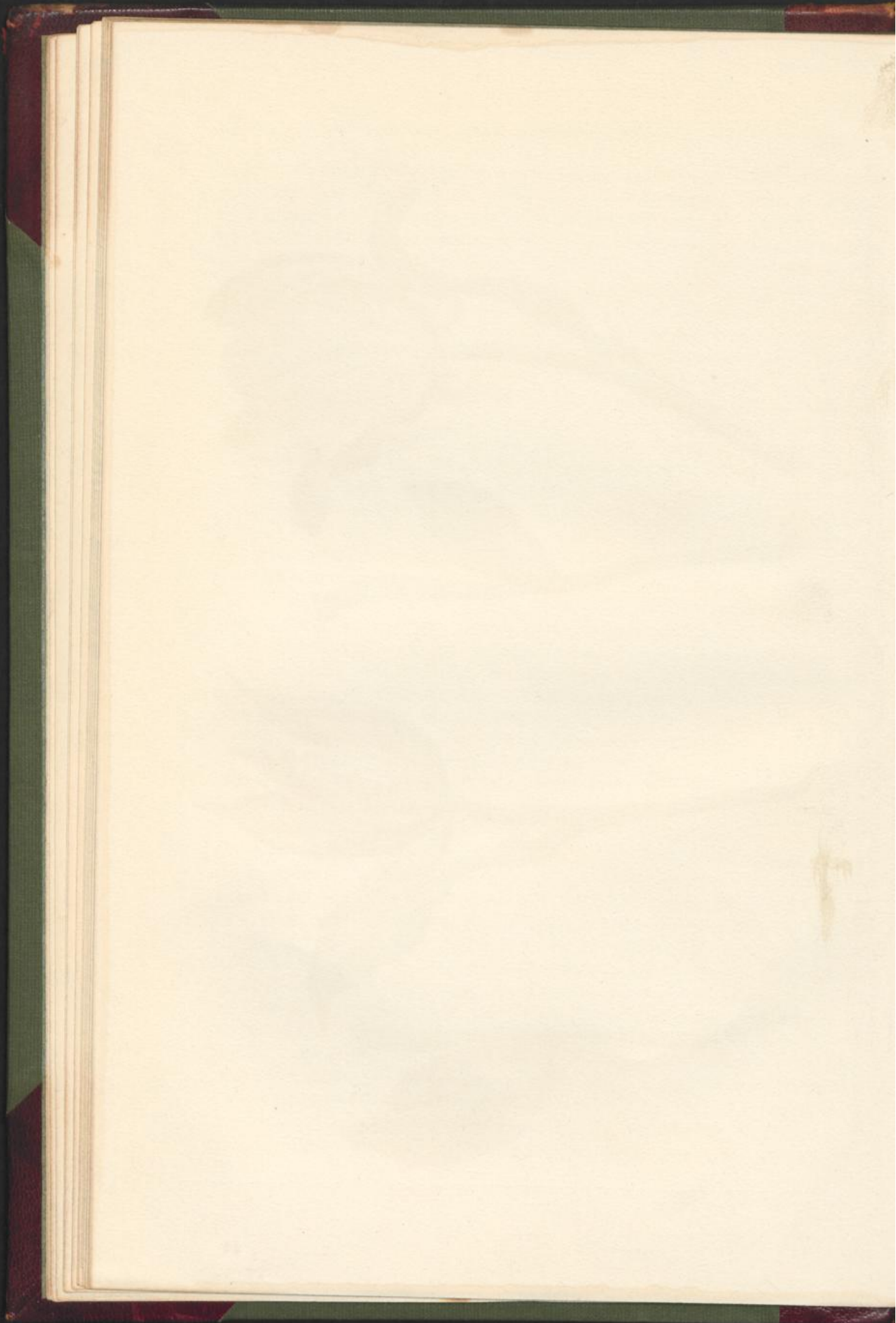
Indem Goethe auf diese Weise die Metamorphose der Blüte auffaßte und klarer als alle seine Vorgänger und Zeitgenossen „die mannigfaltigen besonderen Erscheinungen des herrlichen Weltgartens auf ein allgemeines einfaches Prinzip zurückzuführen“ bemüht war, gelangte er in späteren Untersuchungen, die sich auch auf die anderen Vegetationsorgane außer den Laubblättern erstreckten, zu einer allgemeinen Anschauung über die Metamorphose, die heute die Grundlage der Pflanzenmorphologie bildet. Diese Ansicht geht dahin, daß der Pflanzenembryo im Gegensatz zum tierischen nicht alle späteren Organe der Pflanze bildet, sondern nur die wenigen Grundorgane: Wurzel, Stengel und Blätter, erzeugt. Alle anderen Organe, deren die Pflanze später bedarf, z. B. Ranken, Dornen, Zwiebeln, Rhizome, Knollen, Blüten, entstehen durch Umwandlung (Metamorphose) der Grundorgane. Überall bestätigt die Beobachtung der Pflanzenentwicklung diese Anschauung, so daß die Metamorphose heute keine Hypothese, sondern eine Tatsache ist.

Während für Linné und seine Schule die Formverhältnisse der Pflanzen nur für den praktischen Zweck ihrer Einteilungen von Interesse waren, hatte die auf Erkenntnis der



Umbildung (Metamorphose) von Laubblättern der Tulpe zu Blumenblättern.

Rus Hanten, Goethes Metamorphose der Pflanze (Gießen 1907).
 Am Stengel stehen unterhalb der Blüte blumenblattähnlich gewordene Laubblätter. Bei Fig. 1 und 2 sind die Blumenkronen der Tulpe und die Staubhäden abgetrennt.
 In Fig. 3 und 4 ist das obere Stengelblatt halb Blumenblatt, halb Laubblatt und trennt sich beim Wachsen des Stengels in zwei Hälften.



Eigenart der Pflanzen gerichteten Metamorphosenidee den Blick für merkwürdige Übereinstimmungen im Aufbau der vollendeten Pflanze geschärft. Goethe wies darauf hin, daß die bloße Trennung der Teile und ihre Benennung (Terminologie) nicht genüge. Man müsse die lebendigen Bildungen als Ganzes, ihre äußeren sichtbaren Teile im Zusammenhange erfassen und als Andeutungen des Inneren erkennen und so das Ganze in der Anschauung beherrschen. Diese Art der Betrachtung nannte er Morphologie, ein Wort, das allgemeine Annahme in der Naturgeschichte gefunden hat. In der Botanik wurde, nicht ohne Anschluß an Goethe, diese Morphologie von Robert Brown, De Candolle und Alex. Braun als neuer Zweig begründet. Anstatt der öden lateinischen Terminologie begann eine formale Betrachtung der ganzen Pflanzengestalt, die über die Stellung der Blätter und Knospen, Richtung der Zweige, Formen der Blüten und Blattgebilde einfache Regeln auf Grund sorgfältiger Vergleiche aufstellte. Man lernte die verschiedensten Pflanzenformen auf allgemeine Grundformen zurückzuführen und so in die verwickeltesten Gestalten hineinzublicken. Was an der Hand der Linnéschen Terminologie als eine unübersehbare Masse erschienen war, wurde durch die Kunst der morphologischen Beschreibung zu einer Architektur der Pflanze, die um so anziehender war, als ihre biologische Bedeutung, d. h. ihre Übereinstimmung mit der lebendigen Betätigung der Pflanzen, mehr und mehr hervortrat. Das war eine so ganz andere Botanik als die Linnésche Pflanzenregistratur, daß sich die Mehrzahl bedeutenderer Geister naturgemäß dieser Richtung zuwandte.

Die entwicklungsgeschichtliche Methode.

Die Metamorphosenlehre Goethes, obwohl in ihrer Beweisführung unvollkommen und wesentlich Hypothese, wurde doch bedeutungsvoll, indem ihre Prüfung zur Methode der Beobachtung unweigerlich hindrängte. So wurde sie im engen Anschluß an die neubegründete Morphologie zur Quelle jener entwicklungsgeschichtlichen Richtung, die etwa seit dem Jahre 1840 auf alle Zweigdisziplinen der Botanik befruchtend eingewirkt hat. Man gelangte zu der Überzeugung, daß jede lebende Pflanze eine stetige Umgestaltung erfährt, die in einer bestimmten Reihenfolge vor sich geht, daß sich also jede Art wie nach einem in den allgemeinen Umrissen festgestellten Plan aufbaut und nur in Außerlichkeiten Abweichungen zeigt, die freilich bei flüchtiger Betrachtung oft weit mehr in die Augen fallen als die Richtung und Lage jener Teile, welche, Grundmauern gleich, die unverrückbare Stütze des ganzen Bauwerkes bilden. Um aber den Bauplan zu ermitteln, war es notwendig, zurückzugehen bis auf das erste Sichtbarwerden eines jeden Gliedes des Pflanzenkörpers, um festzustellen, wie sich die ersten Anlagen des Embryos, wie sich die Anfänge der Wurzeln, des Stengels, des Laubes und der Blütenteile bilden und ausgestalten, ob sie sich mächtig ausbreiten, spalten und teilen, oder ob sie zurückbleiben, verkümmern und von anderen Gliedern der Pflanze beeinflusst, verdrängt und unterdrückt werden.

Diese entwicklungsgeschichtlichen, mit Hilfe des Mikroskops angestellten Untersuchungen der einzelnen Teile der Blütenpflanzen und noch mehr die durch die Verbollkommnung des Mikroskops ermöglichten Beobachtungen der Entwicklung der Kryptogamen oder Sporenpflanzen führten aber naturgemäß auch zur Entwicklungsgeschichte der elementaren Gebilde, aus denen sich alle Gewächse aufbauen. Man hatte früher dreierlei

Elementarorgane: Bläschen, Gefäße und Fasern, angenommen. Die Beobachtungen von R. Brown und Mohl führten aber dahin, daß die gemeinsame Grundlage dieser Elementarorgane die Zelle sei; sie führten auch zu der Entdeckung des Protoplasmas, als des bildenden, lebendigen Teiles der Zelle, und zu dem Resultat, daß sich jede Zelle in den protoplasmatischen Zellenleib (Protoplast) und in die Zellhaut sondert, sowie daß die Hülle des Protoplasmas, die Zellhaut, die man früher als die ursprüngliche Bildung auffaßte, das Produkt des Protoplasmas sei, d. h. von diesem ausgeschieden werde, eine Entdeckung, welche eine vollständige Umwandlung in der Auffassung der Zellen überhaupt im Gefolge hatte. Die weiteren Untersuchungen führten auch zu dem Ergebnisse, daß die Art und Weise, wie die Zellen wachsen, und wie sie sich vermehren, nach bestimmten Regeln stattfindet, und daß bei den Vorgängen des Aneinanderreichens der durch Vermehrung entstandenen Tochterzellen bestimmte Regeln zu erkennen sind. Die in dieser Richtung im Verlaufe weniger Jahrzehnte gewonnenen Ergebnisse sind außerordentlich groß. Ihre Fülle ist aus dem fesselnden Reiz zu erklären, den das Verfolgen des Werdens und Umgestaltens lebendiger Gebilde, die Beobachtung geheimnisvoller Vorgänge, welche dem unbewaffneten Auge gänzlich verschlossen sind, auf jeden Beobachter ausübt.

Besonders im Bereiche jener Gewächse, welche die älteren Botaniker unter dem Namen Kryptogamen zusammenfaßten, erschloß sich eine neue Welt. Die Vorgänge der Fortpflanzung und Verjüngung dieser Pflanzenformen durch Keimzellen oder Sporen wurden in einer ungeahnten Mannigfaltigkeit aufgedeckt; Dinge, die man früher mit Rücksicht auf ihre äußere Form ganz verschiedenen Gruppen zuzählte, stellten sich als zusammengehörig, als Entwicklungsstufen einer und derselben Art dar, und es ergab sich als Folge dieser Entdeckungen eine auf die Entwicklungsgeschichte begründete, ganz neue, systematische Gruppierung in dieser Abteilung des Gewächsreiches. Aber auch die systematische Gruppierung der Blütenpflanzen oder Phanerogamen erfuhr eine wesentliche Umgestaltung. Das auf die Zahlenverhältnisse der Blütenteile gestützte Linnésche System war allerdings schon früher durch eine andere Einteilung ersetzt worden, und zwar von den Franzosen Jussieu und De Candolle, welche Systeme aufstellten, die man dem künstlichen Linnéschen System als natürliche gegenüberstellte. Freilich waren auch diese Systeme nicht gänzlich frei von „künstlichen“ Einteilungsprinzipien. Die Haupteinteilung der Blütenpflanzen in solche, die mit einem Keimblatt oder Kotyledon keimen (Monokotyledonen), und jene, deren Keimling zwei Kotyledonen trägt (Dikotyledonen), konnte als Anlauf zu einem auf die Entwicklungsgeschichte basierten System gelten; aber schon die Gruppierung der Dikotyledonen in solche, deren Blüten der Korolle entbehren (Apetalen), solche, die eine aus verwachsenen Blättern oder Petalen gebildete Korolle haben (Monopetalen), und solche, welche eine Korolle aus nicht verwachsenen Blättern besitzen (Dialypetalen), war jedenfalls gezwungen und nur auf äußerliche Merkmale gegründet.

Das heutige System, welches der Ausfluß der Entwicklungsgeschichte ist, geht nun von dem Gesichtspunkt aus, daß die Ähnlichkeit der fertigen Gestalten für deren Zusammengehörigkeit nicht immer entscheidet, und daß die Verwandtschaft der Pflanzenformen viel sicherer aus den gleichen Gesetzen des Werdens, besonders aus den gleichen Vorgängen bei der Fortpflanzung erkannt wird. Gewächse, die im fertigen Zustand eine sehr abweichende äußere Gestalt haben, sind doch als nahe verwandt und als Angehörige desselben Stammes anzusehen, wenn sie nach ähnlichen Formgesetzen sich aufbauen, und

umgekehrt. Daß ein auf diese Grundsätze gestütztes System einen wesentlichen Fortschritt bedeutet, wird niemand in Abrede stellen; andererseits läßt sich aber auch nicht verkennen, daß es großen Schwierigkeiten unterliegt, aus den vielen Erscheinungen, die im Verlaufe der Entwicklung einer Pflanze beobachtet werden, die richtige Auswahl zu treffen und festzustellen, was von diesen Erscheinungen auf Rechnung der einer größeren Anzahl von Pflanzen gemeinsamen Formeigenschaften zu bringen und daher als Stammeseigentümlichkeit aufzufassen ist, und was nur als Ausdruck der Lebensbedingungen, die auf das Werden der untersuchten Pflanze Einfluß nehmen, zu gelten hat. Man hat, mit anderen Worten, beständige Stammesmerkmale und unbeständige Anpassungsmerkmale streng zu unterscheiden. Allgemeine Anerkennung erlangte das System von A. Engler.

Die Ziele der Forschung in der Gegenwart.

Die beschreibenden Botaniker kümmern sich nur um die fertige Form der Pflanze, die vergleichende spekulative Gestaltlehre sucht die so mannigfaltig ausgebildeten Pflanzenformen auf einfache Urbilder zurückzuführen, die Entwicklungsgeschichte berücksichtigt das Werden der Gestalten; aber alle diese Richtungen sind der Frage nach der Bedeutung der Gestalten für das Leben der Pflanze ferngeblieben.

Die ersten Versuche zur Erklärung der Bedeutung der einzelnen Teile für das Leben der Gewächse können allerdings bis auf Aristoteles und dessen Schule zurückgeführt werden; die Vorstellungen aber, welche sich jene Zeit von dem Pflanzenleben machte, sind doch nicht viel mehr als phantastische Träume, und die Anerkennung, die man ihnen entgegenbringt, ist wohl mehr durch die Pietät für das Alte als durch den wirklichen Wert dieser Erklärungsversuche begründet. Aber auch die von Linné gemachten Versuche, die Bedeutung der Pflanzenorgane bloß durch Vergleich mit den Organen der Tiere zu erkennen, waren völlig verfehlt. Was die Organe bedeuteten, lernte man erst durch das Studium ihrer Leistungen kennen, welche einen ganz ungeahnten Einblick in die Übereinstimmung dieser Leistungen mit ihrer Form verschaffte. Daraus floß die Notwendigkeit, sich von der einseitigen Betrachtung der Form loszusagen, und die von der Physiologie und Entwicklungsgeschichte befruchtete Morphologie wurde zur Organographie. Hier hat Karl Goebel kritisch beobachtend und in systematischer Darstellung Hervorragendes geleistet. Auch die Forschungsrichtung, welche das Leben der Pflanze als eine Reihe physikalischer und chemischer Vorgänge auffaßt und die Gestalten der Gewächse aus ihren Beziehungen zur Außenwelt zu erklären versucht, konnte sich mit einiger Aussicht auf Erfolg erst zu einer Zeit entwickeln, in der Physik, Chemie und andere verwandte Wissenschaften einen hohen Grad der Ausbildung erfahren hatten, und nachdem man zur Überzeugung gelangt war, daß auch die Erscheinungen des Lebens nur an der Hand des Experiments ergründet werden können. Auf das Experiment gestützte Untersuchungen von Lebenserscheinungen der Pflanzen wurden erst Mitte und Ende des 18. Jahrhunderts von Hales, Ingenhousz und ganz wenigen anderen ausgeführt; so recht in Fluß kam diese Forschungsrichtung, die jede Zelle als ein kleines chemisches Laboratorium auffaßt, die Ernährung, die Saftströmung, das Wachstum, die Bewegungserscheinungen, kurz alle Lebensvorgänge mechanisch zu erklären und die Gestalt mit diesen Vorgängen in ursächlichen Zusammenhang zu bringen

sucht, eigentlich nicht vor der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Das war die Zeit der Begründung der Pflanzenphysiologie, der Lehre von den Lebenserscheinungen. In erster Linie ist hier der Name Julius Sachs zu nennen, der sich durch sein „Handbuch der Experimentalphysiologie“, durch die Gründung des physiologischen Instituts in Würzburg, das allen anderen zum Vorbild gedient hat, und durch seine ausgezeichneten experimentellen Arbeiten ein bleibendes Andenken erworben hat. Bemerkenswert ist die Änderung der Reihenfolge der wissenschaftlichen Aufgaben. Während von der beschreibenden, der spekulativen und der entwicklungsgeschichtlichen Richtung zuerst die ganze Pflanze, dann deren einzelne Glieder und schließlich die Zellen und das Protoplasma erforscht wurden, erfaßte man auf dem neuen Forschungsgebiete zuerst die Lebensgeschichte der Elementarorgane, dann die Bedeutung, welche die Gestalt der einzelnen Glieder der Pflanze für das Leben hat, und endlich die Erscheinungen, in denen das Leben zutage tritt.

Die moderne Forschung, beherrscht von dem Wunsche, die Ursachen aller Erscheinungen klarzulegen, begnügt sich nicht mehr mit der Kenntnis des Werdens der Zellen, der Anordnung verschieden gestalteter Zellformen, der Ausbildung ihrer Inhaltkörper, der Veränderungen, welche die Zellhaut erfährt, sondern wir fragen heute: Welche Aufgabe kommt den verschiedenen Körpern zu, die sich in dem Protoplasma ausbilden? Warum verdickt sich die Zellhaut hier gerade so und nicht anders? Welche Bedeutung haben alle diese so abweichend gestalteten engen und weiten Röhren und Kanäle? Welche Rolle spielen die eigentümlichen Verdickungen dieser Kanäle, und warum sind alle Einrichtungen bei den verschiedenen Pflanzen unter geänderten äußeren Verhältnissen so mannigfaltig verteilt und gestaltet? Wir begnügen uns nicht mehr, festzustellen, daß die Anlage eines Pflanzengliedes heranwächst, sich hier mächtig ausbreitet und vielfach gestaltet oder aber zurückbleibt und verkümmert, sondern wir fragen, warum hier die eine Anlage sich entwickelt, die andere unterdrückt wird. Nichts ist da für unsere Neugierde ohne Bedeutung, weder die Richtung, Dike und Gestalt der Wurzeln noch der Umriß, die Berippung und die Lage der Laubblätter, weder der Bau und die Farbe der Blumen noch die Form der Früchte und Samen; und wir setzen voraus, daß selbst jeder Stachel, jede Borste und jedes Haar eine besondere Aufgabe zu erfüllen habe. Aber auch die Beziehungen der abweichend ausgebildeten Organe ein und desselben Pflanzenstodes zueinander und nicht weniger die gegenseitigen Beziehungen gesellig wachsender Pflanzenarten sucht man zu erklären. Schließlich drängt diese letzte Forschungsrichtung, die in rascher Aufschwung gebracht zu haben das große Verdienst Darwins ist, auch zur Lösung der Frage nach dem letzten Grunde der Verschiedenheiten der Gestalten, der wohl in der Verschiedenheit des Protoplasmas gesucht werden kann, aber auch von den äußeren Bedingungen abhängig ist. Sie erklärt aus der Konstitution des Protoplasmas und des Zellkernes die Verwandtschaft der Arten und entwickelt endlich, gestützt auf die Verwandtschaftsverhältnisse der jetzt lebenden und der untergegangenen Gewächse, den genetischen Zusammenhang der tausenderlei Formen, die Geschichte der Pflanzen und des Pflanzenlebens der ganzen Erde.

Mögen auch die letzten Gründe des Lebens unerklärt bleiben — schon dadurch, daß wir eine Erscheinung auf ihre nächsten Ursachen zurückführen, findet das in unserem modernen naturwissenschaftlichen Denken eingewurzelte Bedürfnis, alle Vorgänge als Wirkungen aufzufassen und uns die Ursachen dieser Wirkungen anschaulich zu machen, wenigstens teilweise seine Befriedigung. Gerade in der Verknüpfung der ermittelten

Tatsachen, in der Bildung von Vorstellungen des Zusammenhanges der beobachteten gleichzeitigen oder reihenweise aufeinanderfolgenden Erscheinungen liegt ein unwiderstehlicher Reiz und eine fortwährende Anregung zu neuem Forschen. Auch mit der Gewißheit, die Wahrheit niemals vollständig ergründen zu können, werden wir doch immer nach der Wahrheit suchen. Und zwar ist der Forschungsdrang, dieses Bedürfnis nach Erklärung der Tatsachen, der Wunsch, die stummen Rätsel, als welche uns die Pflanzengestalten gegenüberstehen, zu lösen, desto lebhafter, je lebendiger die Einbildungskraft des Forschers ist, jene herrliche Gabe, deren Bedeutung und Berechtigung in naturgeschichtlichen Fragen nicht hoch genug angeschlagen werden kann.

Aber man gibt sich nicht mehr, wie Linné, damit ab, für alle Fragen Antworten bloß auszudenken und unser logisches Vermögen so lange zu schrauben und zu drücken, bis eine scheinbare Erklärung herauskommt, sondern die Hauptaufgabe von heute ist es, Methoden der Beobachtung und Experimente zu erfinden, welche die Pflanzen zwingen, selbst die Antwort und daher eine richtige Antwort zu geben. Eine große Anzahl von Forschern wirkt hier am gemeinsamen Ziele. Als bedeutendster ist Wilhelm Pfeffer in Leipzig zu nennen. Immer weitere Aufgaben hat sich die Physiologie gestellt. Was man früher kaum zu hoffen wagte, auch die Morphologie und Anatomie, die einst nur der Beschreibung zugänglich waren, zu experimentellen Disziplinen zu machen, ist durch die durchaus eigenartigen Arbeiten Hermann Böchtings in Tübingen angebahnt und erreicht. Die Lehre von der Wandelbarkeit der Formen und der Entstehung neuer Formen auf dem Wege der Vererbung erhielt durch Hugo de Vries' weitgehende Versuche neue tatsächliche Grundlagen, was zugleich den Beweis lieferte, wie unererschöpflich die Anregung weiterwirkt, die Darwins unvergesslicher Forschertätigkeit entsprungen ist. Die Vererbung, bisher eine bloße Vorstellung, wurde nun auch zu einer Vererbungslehre, zu einer weitreichenden Sonderwissenschaft, die durch ihren Einfluß auf die bisherige Empirie der Pflanzenzüchtung auch wichtige praktische Erfolge zeitigte. Auch hier knüpft sich der Fortschritt an einen Namen. Erst dadurch, daß man die vergessenen, auf sorgfältige Kreuzungsversuche gegründeten Vererbungsgeetze Gregor Mendels (gest. 1884) wieder in ihr Recht einsetzte, wurde dies Gebiet bloßer Spekulation der Forschung zugänglich gemacht.