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

Mit großem Vorteil ist bei der Aufnahme von Holzdünnschnitten in natürlicher Größe das Schattenbildverfahren in parallelem Licht zur Anwendung gekommen. Zur genaueren Charakterisierung der einzelnen Mikroben wurden die vom Vortragenden eingeführten verschiedenen Methoden der Züchtung vorwiegend angewendet. An den Arbeiten selbst war außer ihm noch Herr Dr. STOCKHAUSEN und Frl. PAUFLER beteiligt.

Mitteilungen.

5. J. Reinke: Bemerkungen zur Vererbungs- und Abstammungslehre.

(Eingegangen am 29. Januar 1916.)

1. Das Problem.

C. CORRENS schließt seine schöne Arbeit „Die neuen Vererbungsgesetze“ (Berlin 1912) mit folgendem Wort:

„Die Zeit des ‚Gedankenexperimentes‘ in der Vererbungslehre ist vorbei. Mühsam, in jahrelanger oder jahrzehntelanger Arbeit muß jetzt Baustein für Baustein gesichert werden. Dafür hoffen wir aber auch, ein festes Gebäude aufzurichten, das nicht dem Schicksal der bisherigen Vererbungstheorien verfallen soll.“

Dies Programm haben alle, die auf dem Gebiete der Vererbungskunde tätig sind oder tätig sein wollen, sich zu eigen gemacht. Wie auf den übrigen Gebieten der Naturwissenschaft, soll auch auf diesem, um ein Wort KANTs zu gebrauchen, „außerhalb der Erfahrung kein Dokument der Wahrheit irgendwo angetroffen werden“, d. h. gelten. Die Grundlagen naturwissenschaftlicher Erfahrung: Beobachtung und Experiment sind in ihr Recht getreten. An Stelle der spekulativen Vererbungslehre ist die experimentelle zur Herrschaft gelangt[1]).

Selbstverständlich wird damit nicht auf die Verknüpfung beobachteter Tatsachen durch das Nachdenken verzichtet. Die

1) Damit soll nicht gesagt sein, daß vor MENDEL in der Vererbungslehre nicht experimentiert worden wäre; etwa gleichzeitig mit ihm hat wohl WICHURA seine beachtenswerten Arbeiten über *Salix*-Kreuzungen ausgeführt.

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

Gedankenarbeit bleibt die gleiche wie früher, nur stützt sie sich auf festere Grundlagen; die Phantasie regt sich stets im Menschen, sie nützt auch in der Wissenschaft, falls sie gezügelt wird; wer möchte auf die von ihr gelieferten Arbeitshypothesen verzichten? Auch KANT nimmt die Ergebnisse der Erfahrung nur als Dokumente der Wahrheit in Anspruch, nicht als die ganze Wahrheit selbst. Im Aufbau einer Wissenschaft wird die Theorie niemals fehlen; und so sehen wir alle Arbeiten der um die experimentelle Vererbungskunde hochverdienten Männer von theoretischen Betrachtungen durchsetzt. Was insbesondere das Experiment selbst anbelangt, so ist es doch auch nur eine Methode der Beobachtung, wie das Mikroskop und das Fernrohr andere Methoden bezeichnen. Die Beobachtung liefert die Bausteine der Wissenschaft, deren hehrer Bau niemals fertig wird, den wir alle aber in einem gewissen, wenn auch nur für uns gültigen Abschluß zu schauen glauben. Ob die Menschheit jemals über solche subjektive Anschauungen eines Zeitalters hinauskommen wird, ist fraglich; uns braucht das auch nicht zu kümmern. Wir wollen beobachten und über das Beobachtete nachdenken. —

Die Pflanze setzt sich zusammen aus einer Schar von Merkmalen oder Eigenschaften, die von einander mehr oder weniger unabhängig sind, und die, teilweise wenigstens, als Reaktionen auf Außenfaktoren nachgewiesen werden können. Ihre Keimzellen enthalten eine Schar unsichtbarer, mehr oder weniger unabhängiger Anlagen oder Erbfaktoren, die in der Zeugung sich miteinander verbinden, um in den Nachkommen sich wieder voneinander trennen zu können.

Wie wir durch GREGOR MENDEL die grundlegenden Tatsachen der Vererbung kennen lernten, haben wir ihm auch die aus diesen Tatsachen abgeleiteten Grundgesetze, mithin einen wichtigen Teil des theoretischen Ausbaus der Vererbungskunde, zu danken. Er hob bereits die Diskontinuität und Selbständigkeit der einzelnen Erbfaktoren hervor, eine Selbständigkeit, die auch nach ihrer Kombination bei der Befruchtung nicht erlischt. Als Träger dieser Erbfaktoren nahm MENDEL verschiedenartige Zellenelemente sowohl im Ei wie in der Spermie an (vgl. S. 40 ff. in OSTWALDs Ausgabe).

Über die Anlagen oder Erbfaktoren sagt CORRENS (l. c. S. 3): „Von der Natur dieser Anlagen wissen wir sehr wenig, obschon gerade hier die experimentelle Arbeit der letzten zehn Jahre etwas Einblick geschaffen hat, und noch weniger wissen wir, wie aus den Anlagen wieder die dazugehörigen Merkmale hervorgehen und

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

wie dafür gesorgt ist, daß sie sich an der richtigen Stelle zu Merkmalen entfalten". „Weitergegeben von Generation zu Generation werden nicht die sichtbaren Merkmale selbst, sondern ihre Anlagen".

Die Keimzellen bergen also, bildlich gesprochen, ein Mosaik von Anlagen — Erbfaktoren — Genen, in welchem jede einzeln für sich besteht und wirksam werden kann. Die Erbfaktoren oder Gene sind keine leeren Fiktionen der Theorie. Die bei Kreuzungen auftretenden festen Zahlenverhältnisse sprechen so sehr für ihre Realität, daß wir an dieser nicht zweifeln dürfen, auch wenn sie uns nie durch ein Mikroskop gezeigt werden können. — Auch die wechselnden Bilder des Kaleidoskops werden durch eine beschränkte Zahl von Einheiten zustande gebracht; ein Vergleich, der sich mir bei den Gestaltungsverhältnissen im Pflanzenreiche stets aufgedrängt hat; und wie die bunten Einheiten im Kaleidoskop immer wieder bestimmten Gleichsgewichtslagen zustreben, so kann man das, was ich sonst morphologisches Gleichgewicht nannte, auch als Gleichgewicht der Gene bezeichnen.

Die zwischen den Erbfaktoren oder Genen und den chemischen Atomen bestehende Analogie ist oft hervorgehoben worden. Sie steht dem Vergleich mit dem Kaleidoskop nahe, denn die Atome verbinden sich zu Molekülen, um später wieder auseinanderzutreten, ohne eine Eigenschaft eingebüßt oder geändert zu haben; auch das Molekül ist ein Mosaik.

Reicht unser Wissen von den Genen aus, um eine Vorstellung von ihrem Wesen gewinnen zu können, oder dürfen wir sie nur als ein Seiendes denken? DARWINs Versuch mit den Keimchen oder Pangenen, WEISMANNs mit den Determinanten, NÄGELIs mit dem Idioplasma wirken nicht gerade ermutigend für Vorstellungsexperimente. Ich bin darum der Meinung: wir sind nur imstande, die Gene zu denken, nicht aber, sie vorzustellen. Allein, wenn wir uns zu solchem Verzicht entschließen, werden wir dennoch von unserer Denktätigkeit die Konkurrenz der Phantasie nicht ganz fernhalten können; es wird sich wohl immer gleichsam von selbst die Frage erheben: sollen wir die Gene korpuskular oder bloß dynamisch denken? Wägbar oder imponderabel? Diese Frage bildet den Hauptgegenstand der nachstehenden Untersuchungen.

2. Der Artbegriff.

Zunächst ein kurzes Wort über meine Auffassung des Artbegriffs, da dieser Begriff in der Vererbungslehre eine Rolle spielt. Für mich ist die Art oder Spezies ein Anschauungsbegriff und

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

als solcher wertvoll, doch kein feines Destillationsprodukt der Logik. Anschauungsbegriffe waren es auch, wenn LINNÉ *Draba verna*, *Ranunculus repens*, *Plantago major*, *Lobelia Dortmanna* als Arten definierte. Solche Artbegriffe sind der Anschauung zugänglich und prägen sich leicht mitsamt ihrem Namen dem Gedächtnisse ein. Im Rahmen der einheimischen Flora habe ich ein ausreichendes Vorstellungsbild von der Art *Draba verna*, das genügt mir; ob mir daneben noch bekannt ist, daß *Draba verna* sich aus einigen Hundert erblicher Unterarten zusammensetzt, jede Unterart vielleicht aus ein paar Tausend reiner Linien, gehört gar nicht zu meiner Anschauung von der Art *Draba verna*. Ich nenne Art, was LINNÉ Art nannte, bleibe damit auf historischer Grundlage und verletze nicht die Pietät gegen den Urheber des Artbegriffs[1]). Ob ich im übrigen den Artbegriff entstehen lasse durch Abstraktion von allen Individuen der *Draba verna*, oder ob ich ihn konkret fasse durch Summierung aller *Draba verna*-Exemplare, die je gelebt haben, ist gleichgültig. Ich bin nur der Meinung, man sollte den Artbegriff nicht auf Unterarten oder gar auf die reinen Linien verschieben, weil dadurch alle Anschauung verloren geht und dem Gedächtnis Unbilliges zugemutet wird. Man nenne mit JOHANNSEN die reinen Linien einen konstanten Biotypus, oder eine Sippe letzter Ordnung, doch man lasse dem Worte Art oder Spezies seine alte Bedeutung. Der Artbegriff sei in Zukunft wie bisher ein praktischer; denn praktisch können wir den LINNÉschen Artbegriff doch nicht entbehren.

Auch ERNST LEHMANN will, wie mir scheint, den Artbegriff in der bisherigen Weise beibehalten (vgl. Biol. Centralblatt 1914 S. 285 und 286). Er will den Artbegriff strukturell und nicht genetisch begrenzen (S. 292). Der theoretische Gegensatz zu diesem praktischen Artbegriff wäre dann nicht einmal die reine Linie, sondern der von LEHMANN entwickelte Begriff der isogenen Einheit, weil erst diese alle homozygotischen Einzelwesen gleicher genetischer Konstitution umfaßt (S. 288 und 289). Doch die isogene Einheit braucht nicht einmal eine genetische Einheit zu sein, weil sie ihre Gene von verschiedenen Arten beziehen kann. Die isogene Einheit scheint mir ein theoretischer Grenzwert zu sein, und da rein theoretische Artdefinitionen schließlich auf sie hinauslaufen, wird man im praktischen Leben auch als Botaniker am besten mit der alten LINNÉschen Art auskommen.

---

1) Damit will ich durchaus nicht LINNÉs Definition des Artbegriffs beipflichten. — Vom Menschen haben wir alle eine Anschauung; doch wer kennt eine befriedigende Definition dieses Begriffs?

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

Dem auf LINNÉ zurückgehenden Anschauungsbegriff entspricht es, daß die Art konstant ist, dabei aber innerhalb ihrer Elastizitätsgrenze variiert. Darin, daß man auch künftig von Variationen spricht, bin ich mit JOHANNSEN[1]) (El. S. 662) einverstanden. Die Variationen schwingen um eine gewisse Gleichgewichtslage, mögen es Modifikationen sein im Sinne NÄGELIs, oder mögen äußere Einflüsse sich nicht nachweisen lassen; denn auch die Individuen einer reinen Linie, unter ganz gleichen Außenfaktoren kultiviert, werden niemals kongruent sein im strengen Sinne des Worts. Solche oscillierende Variation ist nicht erblich; erbliche Variation fällt unter den Begriff der Allogonie. Durch Allogonie kann sich das Wesen, der Genotypus einer Art ändern; durch sie die Konstanz der Art eine Durchbrechung erfahren.

Eine Art unterscheiden wir von einer andern — z. B. *Plantago major* von *P. media*, *P. lanceolata*, *P. maritima* durch ihre Eigenschaften oder Merkmale, die in keiner Definition oder Beschreibung fehlen. Daran wird kaum etwas durch den Umstand geändert, daß wir heute erkannt haben, diese Merkmale beruhen auf einer Reaktion der Keimzellen oder der Zellen der Vegetationspunkte bez. der in ihnen gegebenen Erbfaktoren auf äußere Einflüsse; wobei ich glaube, daß zu dieser Reaktion auf Außenfaktoren noch eine Reaktion der Erbfaktoren auf die Gesamtheit der Systembedingungen[2]) der werdenden Pflanze hinzutritt. Diese Systembedingungen sind die materiellen Configurationen innerhalb der Zellen und der Gewebe, die ein Sondergeschehen im Mechanismus der Pflanze wie im Lebensprozesse der Art vermitteln. JOHANNSEN (Biol. S. 628) wies hierauf schon hin, wenn er sagte: „Wir müssen offenbar alle Eigenschaften eines gegebenen Organismus als Manifestationen seiner genotypischen Gesamtkonstitution auffassen".

3. Ontogonie.

Mit Recht hebt CORRENS (l. c. S. 3) hervor, daß die Ontogonie oder Entwicklung, das Hervorgehen der Merkmale aus den Anlagen, ein Problem für sich ist. Die Entwicklungsgeschichte der Pflanzen läßt sich nicht nur am Embryo, sondern auch an

---

1) Im folgenden wird des öftern auf zwei Werke JOHANNSENs Bezug genommen werden, auf seine Elemente der exakten Erblichkeitslehre, II. Auflage, Jena 1913; und: Experimentelle Grundlagen der Descendenzlehre, in der „Kultur der Gegenwart", Band I (Allgemeine Biologie) 1915. Hinweise auf ersteres Werk sind abgekürzt als El., auf letzteres als Biol.

2) Über den Begriff der Systembedingungen vgl. J. REINKE, Einleitung in die theoretische Biologie, II. Aufl. S. 184 (1911).

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

der Bildung der Organe und der Gewebe aus den Vegetationspunkten verfolgen. Vom befruchteten Ei geht ein Zwang aus auf die ersten Teilzellen, sich zu Vegetationspunkten zu gruppieren; in letzteren wirkt der Zwang fort, bis die Gestalt der Pflanze mit Einschluß von Blume und Frucht fertig vor uns steht. Dieser gesetzmäßige Vorgang der Umbildung von Zellen vollzieht sich mit einer an das Unfehlbare grenzenden Sicherheit, wenigstens wenn wir innerhalb reiner Linien bleiben oder uns auf die Betrachtung der Knospen eines Baums bzw. eines Klons beschränken. Wir könnten von einem Erhaltungsgesetz des Biotypus sprechen, das stets in einer vollkommenen Neubildung sich geltend macht und mit überlieferten Erbfaktoren, deren Reaktion aufeinander und auf Außenfaktoren in die Erscheinung tritt. Unverändert gehen dabei die Erbfaktoren durch den Körper der fertigen Pflanze hindurch bis in neue Keimzellen und Vegetationspunkte hinein. Sie bleiben in Vorfahren und Nachkommen die gleichen. Beachtenswert ist, daß sowohl in den befruchteten Eiern wie in den Zellen der Vegetationspunkte von Blütenpflanzen Vollkerne enthalten und als solche am ontogenetischen Aufbau beteiligt sind. In den Geschlechtsgenerationen der Moose und Farne leisten Halbkerne die gleiche Arbeit.

Da wir alles in der Natur wirkende oder wirksame eine Kraft[1]) nennen — ein Ausdruck unserer Sprache, der die Kausalbeziehungen gleichsam personifiziert — so ließ ich den Zwang, der von den Erbfaktoren ausgeübt wird auf das chemische Baumaterial der Gewebe im Bilde einer Kraft sich geltend machen und nannte diese Kraft Dominante[2]); oder vielmehr ich sprach von Dominanten im Pluralis, wie man auch von Erbfaktoren oder Genen in der Mehrzahl spricht. Ich ließ dabei völlig dahingestellt, ob eine spätere Analyse den Dominantenbegriff auf andere Kräfte zurückführen werde und verglich die Dominanten einstweilen mit dem x, y, z einer Gleichung. Ich wollte zunächst einen kurzen Ausdruck haben für die Kausalbeziehungen zwischen Kindern und Eltern.

Sodann steht nach meiner Auffassung die ontogenetische Ausprägung der Pflanze aus dem Vegetationspunkt unter dem Einflusse von Dominanten. Schon für *Caulerpa* habe ich diesen Gedanken des näheren ausgeführt (vgl. REINKE, Über *Caulerpa*, Wissensch. Meeresuntersuchungen, Kiel 1901). Indem ich NÄGELIS

1) Der enge Kraftbegriff der Mechanik läßt sich nicht auf die ganze Natur anwenden; Willenskraft oder Geisteskraft sind sogut Realitäten wie Schwerkraft und chemische Zugkraft.

2) Vgl. J. REINKE, Einleitung in die theor. Biol., II. Aufl., S. 194.

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

Idioplasma dynamisch denke, fällt mein Dominantenbegriff fast mit dem Idioplasmabegriff zusammen, nur daß das Idioplasma durch die Pflanze hindurch eine kontinuierliche Einheit bilden soll, während ich die Dominanten stets diskontinuierlich, darum in der Mehrheit dachte. Übersetzt man WEISMANNs Biophoren, Determinanten, Ide und Idanten aus dem korpuskularen ins dynamische, so ist die Übereinstimmung mit meinen Dominanten noch größer, weil eine Über- und Unterordnung neben der Diskontinuität im Begriff der WEISMANNschen Korpuskular-Fiktionen liegt. Ich habe mich über den Dominantenbegriff an verschiedenen Stellen geäußert, bitte aber nur meine Darstellung in der Einleitung in die theoretische Biologie II. Aufl. berücksichtigen zu wollen.

In jedem Vegetationspunkte, mögen wir an einen solchen bei *Caulerpa*[1]) denken, oder an die Scheitelzelle eines Laubmooses oder an das vielzellige Urmeristem einer Dikotyle, ist eine unsichtbare Erbanlage, eine Schar von Dominanten gegeben, die nach meiner Ansicht nur dynamisch zu begreifen sind. Darum nannte ich sie in ihrer Gesamtheit auch ein Bildungspotential, um sie mit dem energetischen Potential der Physiker zu vergleichen. Geschieht dies, so bleiben wir beim Denken von Kräften stehen; konstruieren wir dagegen ein materielles Substrat, wie WEISMANN in seinen Biophoren, Determinanten usw. und NÄGELI im Idioplasma, so machen wir den kaum zulässigen Versuch, vom Denken zum Vorstellen einer unsichtbaren Sache überzugehen; hat NÄGELI doch sogar Querschnittsbilder seiner Idioplasma-Vorstellung gegeben. Das Wesen der in der Keimzelle oder im Vegatationspunkt gegebenen Anlagen ist aber unbekannt; nur die Tatsache steht fest, daß die Anlagen in der Keimzelle die Gestalt des daraus hervorgehenden Organismus bedingen. Die Entwicklung ist darum eine Kraftübertragung, die sich im geordneten Ablauf materieller (chemischer) Vorgänge geltend macht; die dabei wirksamen Kräfte sind räumlich nicht vorstellbar. In der Keimzelle sind sie als Fähigkeiten, als Potential enthalten; das sichtbare, mikroskopisch und chemisch nachweisbare Protoplasma der Keimzellen ist Substrat oder Träger solcher Fähigkeiten. WEISMANNs Korpuskel verschiedener Ordnung würde ich höchstens als Symbole für Dominanten

1) Potentiell wohnt die Fähigkeit, sämtliche Organe mit den Eigentümlichkeiten der Art hervorzubringen, in jedem Teile des Zellenleibes einer *Caulerpa*; insofern fehlt in der Organisation von *Caulerpa* jede Lokalisation der gestaltbildenden Fähigkeiten. Es stehen nicht nur die Vegetationspunkte unter der Herrschaft des spezifischen Erbzwangs (der Gene!), sondern auch jedes Stück eines alten Blattes oder Rhizoms.

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

gelten lassen; wie könnte auch ein Korpuskel anders wirken als durch Kräfte, die von ihm ausgehen! Andererseits kennen wir keine Kräfte, die nicht an materiellem Substrate hafteten; darum habe ich auch für die Dominanten an den Phonographen erinnert und zweifle nicht im geringsten daran, daß sich ihre Wirkungen mit chemischen Mitteln durchsetzen. Für die Dominanten selbst aber eine organisierte oder nicht organisierte, d. h. rein chemisch vorzustellende Masse einzusetzen, widerstrebt mir; sie sind ein unbekanntes gesetzmäßig Wirksames, das sich unserer Vorstellung entzieht.

4. Isogonie.

Wenn geschlechtliche Fortpflanzung bei strenger Inzucht stattfindet, kann man von Isogonie sprechen. Sie zeigt sich bei den reinen Linien der Pflanzen, deren Kettenglieder in Selbstbestäubung entstehen, wenn alle Keimzellen homozygotisch waren; bei den reinen Rassen zweigeschlechtlicher Tiere, deren Eier und Spermien gleichfalls als Homozygoten zu bewerten sind.

Bleiben wir bei den Pflanzen stehen, so gleicht ein Glied der Generationenkette dem andern, weil die Gestalt durch gleiche Erbfaktoren bedingt wird. Ist die Uebereinstimmung der Glieder keine vollkommene, so gelten die Abweichungen gewöhnlich als Modifikationen, die durch Reaktion auf Außenfaktoren hervorgerufen wurden und die sich darum bei Änderung dieser Außenfaktoren wieder ausgleichen können.

Die Isogonie zerfällt in zwei Akte, in die homozygotische Zeugung selbst und die daran anschließende ontogenetische Bildung der Gestalt. Von letzterer war schon die Rede; der Zeugungsakt selbst bedarf noch einiger Bemerkungen.

Während die Ontogonie anhub mit den Veränderungen des durch einen Vollkern ausgezeichneten befruchteten Eis, und alle Zellenabkömmlinge des letzteren gleichfalls Vollkerne besitzen, enthalten die in der Befruchtung zusammentretenden Gameten nur Halbkerne. Jeder dieser Halbkerne birgt die gleichen Erbfaktoren oder Gene, wie sie im Vollkern der Zellen eines Vegetationspunktes sich finden.[1]) Die Halbierung der Chromosomenzahl bei Entstehung der Gameten bedingt also keinesfalls eine Sonderung oder gar Teilung von Genen; sie bewirkt diese so wenig, wie das Durchschneiden eines Magnetstabes in seiner Mitte die beiden Arten des Magnetismus voneinander trennen würde. Die Gene haften an der Substanz der Zellen, zunächst des Zellkerns; wieweit auch das

1) In dieser ganzen Abhandlung kommen nur Blütenpflanzen in Betracht.

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

Protoplasma hierbei mit in Betracht kommt, bleibe an dieser Stelle unerörtert.[1]) Jenes materielle Substrat der Gene sind zweifellos chemische Verbindungen, die wir nicht kennen. Ob diese Verbindungen als solche Träger der Gene sind oder erst durch einen Zustand der Organisation dazu werden, wie ihn NÄGELI im Idioplasma und WEISMANN in den Biophoren vorstellte, wissen wir gleichfalls nicht. Wir wissen nur, daß Gene durch die Halbkerne des Pollenkorns und der Eizelle auf die Zygote und ihr Entwicklungsprodukt übertragen werden, und daß hierbei vielleicht immer plasmatische Bestandteile mitwirken.

Vor allen Dingen fehlt uns aber jede Vorstellung von den Genen. Wollen wir Fortpflanznng und Vererbung wenigstens bis zu einem gewissen Grade begreifen, so müssen wir die Gene als denknotwendig einsetzen, darüber herrscht Einverständnis. Aus den Arbeiten MENDELs und seiner Nachfolger wissen wir auch, daß die Gene dynamische Einheiten bilden, die für den Aufbau der Pflanzengestalt maßgebend sind, daß diese Einheiten getrennt und kombiniert werden können, wie es mit den chemischen Atomen geschieht in der Synthese und der Spaltung komplizierter Verbindungen. Was die Gene aber sind, vermag niemand zu sagen; wir erkennen sie nur aus ihren Wirkungen. Jedes neue lebendige Einzelwesen ist die Wirkung der in der Befruchtung sich vereinigenden Gene. Die Gene sind ein unsichtbares Wirksames. Die Analogie zu den Atomen hat darin ein Ende, daß die Verbindungen lediglich aus Atomen aufgebaut sind, während wir nicht sagen können, daß eine Pflanze aus einer Summe von Genen bestehe. Durch diesen Hinweis wird die Analogie zwischen Genen und Atomen merklich eingeschränkt; denn nach KANT hat man unter Analogie zu verstehen nicht eine unvollkommene Aehnlichkeit zweier Dinge, sondern nur die Aehnlichkeit zweier Verhältnisse zwischen ganz unähnlichen Dingen.

5. Wie sind die Gene zu denken?

Im vorstehenden deutete ich bereits an, daß ich die Gene nicht korpuskular, sondern nur dynamisch zu denken vermag; um dies zu begründen, muß etwas weiter ausgeholt werden.

Hören wir zunächst einmal HELMHOLTZ, welcher sagt: „Jede physikalische Erklärung muß zu den Kräften aufsteigen, und die

1) Doch sei darauf hingewiesen, daß FR. MEVES in einer Reihe von Arbeiten mit Entschiedenheit für die Beteiligung gewisser Bestandteile des Protoplasma, der Plastosomen, am Befruchtungsakt eintritt, vgl. z. B. „Über den Befruchtungsvorgang bei der Miesmuschel“ im Archiv f. mikr. Anatomie Bd. 87, II, S. 47 ff. (1915).

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

können natürlich nie Objekt der sinnlichen Anschauung werden, sondern nur Objekte des begreifenden Verstandes." — „Insofern wir das Gesetz als ein unsre Wahrnehmung und den Ablauf der Naturprozesse Zwingendes, als eine unserm Willen gleichwertige Macht anerkennen, nennen wir es Kraft."[1]) Gewiß springen bei der Anlage und dem Aufbau einer Pflanze die Gene nicht anders mit Stoff und Energie um, wie der Wille des Menschen beim Bau eines Hauses; dennoch liegt mir nichts ferner, als Gene und Willen für wesensgleich zuhalten. Hier haben wir es mit KANTs Analogiebegriff zu tun, mit der „Ähnlichkeit zweier Verhältnisse zwischen ganz unähnlichen Dingen". Die Beziehungen zweier Kräfte zu Stoff und Energie (unter letzterer verstehe ich die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu leisten) sind einander ähnlich, weiter nichts. Doch der Kraftbegriff ist anwendbar auf die Gene wie auf den Willen. Widerstrebt diese Auffassung, so müßte man die Gene, weil ihnen die Anschaulichkeit fehlt, für eine Idee erklären; unter Idee ist eine Methode des Denkens zu verstehen. Man könnte sie auch näher als Beziehungs-Symbole der Vererbung bestimmen; denn die Vererbung ist eine gesetzmäßige, durch die Erfahrung festgestellte Beziehung zwischen Eltern und Nachkommen, wie denn alle Erfahrung und somit alle wahre Wissenschaft auf der unmittelbaren Wahrnehmung und auf der Feststellung von Beziehungen beruht. Das hat schon PLATO gelehrt, und auch heute kommen wir nicht über die uns von der Natur selbst gezogene Schranke hinaus, daß die Aufdeckung von Beziehungen das letzte ist, was die Naturwissenschaft zu erreichen vermag. Möge man es daher eine Kühnheit nennen, wenn ich die Gene als in der Gegenwart nicht näher zu bestimmende Kräfte auffasse. Das Gebiet des Lebendigen ist eben endlos viel komplizierter, als der leblose Stoff. Man beachte, daß es in Wirklichkeit nur „Anlagengarnituren" gibt, um mit HEIDER zu sprechen, also Scharen von Genen, die untereinander in mannigfachem Abhängigkeitsverhältnisse stehen; das einzelne Gen ist schon ein künstlich isoliertes Gedankending.

Sicher ist das Folgende. Die Kreuzungsversuche seit MENDEL haben, besonders in den Zahlenverhältnissen, die Unabhängigkeit der Gene voneinander festgestellt; CORRENS (l. c. S. 50) spricht daher mit Recht von einem Gesetz der Selbständigkeit der Merkmale und Anlagen. Diese Anlagen (Erbfaktoren, Gene) sind bestimmende Wirksamkeiten (Kräfte), die, an sich unveränderlich,

---

1) HELMHOLTZ, Physiologische Optik II Aufl. S. 592.

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

durch den Entwicklungsgang des Einzelwesens wie durch die Kette der Generationen hindurch sich geltend machen. Nur von Wirksamkeit der Anlagen können wir sprechen, nicht von ihrer Entwicklung. Sie treten im Laufe der Entwicklung der Pflanze in die Erscheinung durch Reaktionen, die sie ausgewirkt haben, nicht durch Zellen und Gewebe, in die sie sich umwandelten oder zu denen sie ausgewachsen wären. Die Gleichheit von Individuen wird durch die Gleichheit ihrer Gene bedingt; sie sind organisierende Faktoren, deren Wirksamkeit deutlich, deren Beschaffenheit unerkennbar ist. Auch JOHANNSEN (Biol. S. 613 u. 616) weiß nichts über die Natur der Gene zu sagen; sie sind ihm die teilweise trennbaren Einheiten eines Genotypus. JOHANNSEN hebt besonders die Diskontinuität der Gene hervor (Biol. S. 649); ich möchte glauben, daß auch hier wieder für manche Erscheinungen das Kaleidoskop brauchbare Analogieen liefert. Denn daß die Gene in irgendeiner Form bewegter Materie sich bemerkbar machen, ist gewiß.

Die Gene sind so gut verschieden vom Merkmal der erwachsenen Pflanze, wie die Außenfaktoren vom Merkmal verschieden sind, das doch auch sie hervorbringen helfen. Dabei ist ihre Konstanz besonders bemerkenswert, „für die alle genügend analysierten Tatsachen zeugen“ (JOHANNSEN El. S. 423). Weil nun die Gene in reinen Linien von Generation auf Generation überliefert werden, müssen auch die Einzelwesen dieser Generationenkette konstant bleiben. JOHANNSEN (El. S. 143) führt ferner aus, der Begriff Gen solle bedeuten, daß durch ein Etwas in der Konstitution der Gameten die Eigenschaften eines sich entwickelnden Organismus bedingt oder mitbestimmt werden können. Dabei solle keine Hypothese über das Wesen dieses „Etwas“ aufgestellt werden, der Begriff Gen also frei von jeder Hypothese sein.

Ich glaube, daß bei dieser Auffassung JOHANNSEN den Genbegriff als einen dynamischen gelten lassen wird; denn nur die dynamische Auffassung desselben ist hypothesenfrei, sofern wir den Kausalnexus berücksichtigen. Daneben ist das Wort Gen oder Erbfaktor eine Abstraktion von den Ursachen eines Merkmals; in ähnlichem Sinne ein Rechenpfennig in der Hand des Biologen wie das Atom ein Rechenpfennig in der Hand des Chemikers ist.

Auch meinen Dominantenbegriff habe ich rein dynamisch gefaßt im Gegensatz zu den Korpuskularvorstellungen DARWINs und WEISMANNs, um ihn dadurch hypothesenfrei zu gewinnen. Ein einzelnes Gen im Sinne JOHANNSENs würde mit meiner Dominante letzter Ordnung identisch sein, und da einmal das Wort

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

Gen in der internationalen Literatur Eingang gefunden hat, verzichte ich gern in der Zukunft auf das Wort Dominante, wenigstens sofern es den für ein Einzelmerkmal verantwortlichen Innenfaktor bezeichnen soll. Ob in der Ontogonie, wo es sich um die Bildung nicht nur von Merkmalen, sondern auch um deren geordnete Zusammenfügung zu einem Ganzen handelt, der Dominantenbegriff überflüssig wird, mag einstweilen dahingestellt bleiben.

Das Wort „Anlage" ist im Deutschen am längsten in Gebrauch, um das zu bezeichnen, was von JOHANNSEN „Gen" genannt wurde. Allein jenes Wort ist nicht eindeutig. Während man das eine Mal die unsichtbare Ursache einer Bildung darunter versteht, wird es ein anderes Mal verwandt, um die eben sichtbar werdenden Anfänge von Organen zu bezeichnen. Wer sich einmal mit Blütenentwicklung beschäftigte, der hat mit dem Mikroskop nach den „Anlagen" von Staubgefäßen usw. gesucht. Wegen seiner Eindeutigkeit verdient also das Wort Gen den Vorzug. Älter jedoch, und schon von MENDEL verwendet, ist das Wort Faktor oder Erbfaktor, wie es den Außenfaktoren gegenüber wohl zweckmäßiger heißt; eß pflegt dem Worte Gen gleichgeltend gebraucht zu werden. Indessen sagt JOHANNSEN (El. S. 584): „Die genotypischen Elemente, die Gene — oder die „Faktoren", wie wir sicherheitshalber sagen, weil es meistens unsicher ist, ob ein Faktor Anwesenheit oder Abwesenheit eines Genes bedeutet — repräsentieren durchaus nicht je eine Eigenschaft, sondern ihre Zusammenstellung in der gegebenen Zygote bedingt die ganze Reaktionsnorm des betreffenden Organismus". Danach hat es fast den Anschein, als wolle JOHANNSEN die Begriffe Faktor und Gen trennen oder den ersteren vor dem zweiten bevorzugen. In den meisten Fällen wird man indes das eine Wort so gut wie das andere benutzen können, und das Wort Gen ist schon zu sehr eingebürgert, um wieder verschwinden zu können.

6. Korpuskularhypothesen.

Wie hängen die Erbfaktoren oder Gene zusammen mit der „lebenden Substanz" der Zellen, die wir doch chemisch konstituiert denken? Haften sie an ihr, wie die besonderen Kräfte des Wasserstoffs am Wasserstoffatom haften, die des Stickstoffs am Stickstoffatom? Wie wirken sie auf ihr materielles Substrat? Das sind Fragen; ob auch Probleme? Ich verstehe unter Problem eine wenigstens im Prinzip lösbare Aufgabe, und man wird einräumen, daß eine experimentelle Beantwortung jener Fragen heute leider noch aussichtslos erscheint. Auch wenn wir bestrebt sind, unsere

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

Phantasie für das Gen soviel Anschaulichkeit gestalten zu lassen, wie möglich, werden wir doch höchstens Symbole damit erreichen.

Hören wir wiederum einen der neuesten Autoren. Nach JOHANNSEN (El. S. 605) darf man nicht mit Chromosomen oder Chromosomenpartikeln operieren als wären es Gene, oder deren Sitz, oder „Faktorenträger"; wir können beim heutigen Wissen die genotypischen Elemente nicht als „diskret-räumlich getrennt" auffassen. Und an anderer Stelle (El. S. 381) heißt es, daß die ganze WEISMANNsche Korpuskular - Repräsentation der Eigenschaften eines Lebewesens in seinen Gameten als verfehlt aufzugeben sei.

Dennoch finden sich die Erbfaktoren, Erbkräfte oder Gene nur in lebendigen Zellen, und diese sind materielle Systeme; mit dem Leben werden auch die Gene vernichtet. Man wird darum nicht aufhören, die Gene im Zusammenhang mit der lebenden Materie zu denken; und je zahlreichere Gene durch eine Keimzelle repräsentiert werden, je schärfer ausgeprägt wir die dynamische Diskontinuität der Gene annehmen, um so kleiner wird die Masse sein, zu der wir ein Gen in Beziehung setzen. Wir werden auch hierbei an einen Verein von Kraft und Masse zu denken haben, wie er uns auf jedem Gange durch die Natur begleitet von den elementarsten anorganischen Verhältnissen bis zum „Haften" des Intellekts und des Willens am Protoplasma der Hirnzellen.

Kehren wir noch einmal zur Analogie zwischen Gen und Atom zurück. Jedes Atom läßt sich auf zweierlei Weise denken; als Beispiel sei das Atom des Eisens gewählt. Wir denken es erstens korpuskular als die kleinste mögliche Masse (Einheit) des Elements; zweitens dynamisch als Kraftzentrum, das sich in der für dies Element typischen Reaktionsnorm zur Geltung bringt. Damit dürften wir einen weiteren Ausbau jener Analogie gewonnen haben, auf deren Grenzen wir oben gestoßen sind. Und nun fragt man sogleich: kann man das Gen dann nicht auch als Masse denken, die aus einem Komplex chemischer Verbindungen besteht oder irgendwie chemisch vorgestellt werden mag? Gewiß kann man das tun, doch man gewinnt nicht das geringste damit. Man würde dadurch in gewisser Weise auf DARWINs Pangene zurückkommen. Doch ein solches Pangen würde nur wirksam werden durch Kräfte, die von ihm ausgehen, und diese Kräfte sind experimentell erforschlich, während das ihnen zugeordnete Korpuskel Hypothese bleibt. Statt der Pangene oder der WEISMANNschen Korpuskel NÄGELIs Idioplasma mit den Genen zu identifizieren, geht um so weniger an, als in NÄGELIs Vorstellung die Konti-

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

nuität der Idioplasmafäden wesentlich ist, während für die Gene die Diskontinuität einwandfrei festgestellt werden konnte. Und wenn NÄGELI (Abstammungslehre S. 81, 82) gerade in der Materialität seines Idioplasma eine Vorstellung erwecken wollte, „wie die Vererbung auf natürlichem, somit auf mechanischem Wege erfolgen kann", so ist der Gleichsetzung von „natürlich" und „mechanisch" grundsätzlich zu widersprechen, weil keineswegs alle natürlichen Vorgänge mechanisch ablaufen; auch die Gesetze der Logik sind natürlich, doch nicht mechanisch.

Als Träger der Vererbung und somit der Erbfaktoren kennen wir sicher die Zygoten mit ihren Kernen und Chromosomen, sowie alle Zellen, durch deren Teilung ein Organ oder ein Organismus sich aufbaut; jeder darüber hinaus angenommene Träger von Genen ist hypothetisch. In einem Minimum von Hypothesen wird aber jeder ein wichtiges Ziel aller Forschung anerkennen. Wenn wir nun zugeben müssen, daß im lebenden Organismus jeder dynamische Vorgang eine chemische Grundlage besitzt, so können wir an die Stelle der Erbfaktoren auch den in ihnen zur Geltung kommenden Chemismus setzen und von einer Erbmasse sprechen, wie es CORRENS getan hat (l. c. S. 62). Doch auf den dynamischen Einfluß solcher Erbmasse kommt es an, zumal die Erbmasse selbst auch ultramikroskopisch unauffindbar bleiben dürfte.

7. Die Reaktionsweise der Gene.

E. BAUR (Einführung in die experimentelle Vererbungslehre, II. Aufl., S. 9 u. S. 16) gibt dem dermaligen Stande der Vererbungslehre folgenden kurzen Ausdruck: „Vererbt wird immer nur eine bestimmte spezifische Reaktion auf die Außenbedingung, und was wir als äußere Eigenschaften mit unseren Sinnen wahrnehmen, ist nur das Resultat dieser Reaktion auf die zufällige Konstellation von Außenbedingungen, unter denen das untersuchte Individuum sich gerade entwickelt hat." — „Die äußeren Eigenschaften eines jeden einzelnen Individuums hängen von zwei Dingen ab, erstens von der spezifischen ererbten Reaktionsweise der Spezies, zu der dieses Individuum gehört, und zweitens von den Außenbedingungen, unter denen sich das betreffende Individuum entwickelt hat."

Da hierbei auf das einleuchtende Beispiel der *Primula sinensis* verwiesen wird, welche die Fähigkeit besitzt, bei 20° rote, bei 30° weiße Blumenkronen zu bilden, so gelangt gerade die typische Weise der Reaktion eines Erbfaktors auf Temperatureinfluß, d. h. auf einen Außenfaktor zur Geltung, und man würde daher in Verallgemeinerung die Vererbung als eine Reaktion der Summe der

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

Erbfaktoren oder Gene auf die Summe der Außenfaktoren ansprechen können; sehen wir zu, wieweit solche Verallgemeinerung berechtigt erscheint.

JOHANNSEN bemerkt in dieser Richtung (El. S. 146): „Durch die Natur der in Frage kommenden konstitutionellen Elemente, also der Gene, ist die ganze Reaktionsnorm des betreffenden Organismus gegeben — und die realisierten persönlichen Charaktere hängen nun des weiteren von den die Ontogenese beeinflussenden Faktoren der äußeren Verhältnisse (dem Milieu) ab.“ Und El. S. 381: „Der Gesamtcharakter des Individuums ist das Resultat aller während der Ontogenese erfolgenden Reaktionen der genotypischen Grundlage mit den vorhandenen Lebenslagefaktoren. Die Komplikation, daß die Reaktionsprodukte wiederum mit diesen Faktoren und miteinander reagieren werden, brauchen wir in ihrer Selbstverständlichkeit nicht näher zu pointieren; die nähere Erforschung dieser Sachen gehört zur Embryologie und Entwicklungsmechanik“. Ferner (El. S. 144): „Wir dürfen uns dabei aber nicht vorstellen, daß je einem speziellen Gene eine besondere Eigenschaft, etwa eine Einzeleigenschaft oder ein Merkmal entspricht. Eine solche Vorstellung muß nicht nur als naiv, sondern auch als ganz und gar irrig aufgegeben werden. In der Wirklichkeit sind alle realisierten persönlichen Charaktere als Reaktionen der ganzen Konstitution der betreffenden Zygote (bzw. der Gameten) aufzufassen; Reaktionen, die je nach der Natur des umgebenden Milieus verschieden sein können“. In gleichem Sinne wie hier zuletzt äußert sich JOLANNSEN noch S. 387, 564, 613 und sonst.

Ich glaube, daß hierin alles angedeutet ist, was wir über die Reaktionsweise der Gene zurzeit wissen: daß diese Reaktionen sich nicht nur vollziehen zwischen Genen und Außenfaktoren, sondern auch zugleich zwischen Genen und inneren Faktoren.

Ob wir dabei zwischen der Vererbung durch Gameten und der Embryologie (mit Einschluß der Entwicklung aus Vegetationspunkten) so scharf unterscheiden können, wie JOHANNSEN es tut, bleibt mir allerdings fraglich. Die sich aus der Isogonie ergebende Ontogonie einer Art oder reinen Linie mit ihrer Unabänderlichkeit wird vererbt; besteht sie nun allein in der Summe von Genen oder deren Wechselbeziehung, oder ist sie die Reaktion eines besonderen Genenkomplexes auf einen anderen, immerhin handelt es sich hier doch wohl um Reaktion von Genen auf einen inneren Faktor, der der Reaktion auf Außenfaktoren gegenüberzustellen ist. Ich meine, es ist nicht zu übersehen, daß die Erbfaktoren einer Art nicht nur auf Außenfaktoren, die wir zu bestimmen in der Lage sind,

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

sondern auch auf das materielle System der in den Keimzellen selbst gegebenen Organisation reagieren, also auf Innenfaktoren. Folgendes Beispiel scheint mir darauf hinzuweisen.

Bei den Angiospermen wird die Chlorophyllbildung vererbt in deutlichster Abhängigkeit von einem Außenfaktor, dem Licht; ich sehe dabei von solchen Fällen ab, wo am Licht die Chlorophyllbildung unterbleibt, wie bei *Monotropa* und *Orobanche*, oder wo sie in unvollkommener Weise stattfindet, wie bei *Neottia* und *Corallorhiza*. Bei den Coniferen dagegen kommt dieser Außenfaktor der Vererbung von Chlorophyllbildung nicht in Betracht; sie ergrünen vollkommen bei Abwesenheit von Licht, ein innerer Faktor muß somit den Außenfaktor, von dem bei Angiospermen die Chlorophyllbildung untrennbar ist, ersetzen. Wir werden daher sagen: der Erbfaktor, von dem die Chlorophyllbildung abhängt, muß reagieren auf einen Faktor X, und dies X ist das eine Mal eine Außenbedingung, die wir kennen, das andere Mal eine Innenbedingung, die uns bis jetzt unerkennbar blieb. Ob man dabei die ganze Zygote als reagierend annimmt oder analytisch die Reaktion einem besonderen Erbfaktor (Gen) zuschreibt, dürfte von untergeordneter Bedeutung sein. Das wesentliche scheint mir der bei den Coniferen die Reaktion auslösende innere Faktor zu sein.

Die Pflanze wäre danach das Ergebnis einer Reaktion der Gene (des Genotypus) auf Außenfaktoren und auf innere Faktoren, die nicht Erbfaktoren sind; wie wir diese inneren Faktoren denken oder gar vorstellen wollen, kommt nicht in Betracht. Bei der Reaktion auf Außenfaktoren können Modifikationen der Gestalt entstehen, die sich in der nächsten Generation wieder ausgleichen; bei der Reaktion auf jene innere Faktoren können analoge Formschwankungen zutage treten, wie in den Modifikationen; sie sind ebensowenig von Bestand, wie diese. Es sind das jene Abänderungen der Form, die ich oszillierende Variation genannt habe, weil sie um den Genotypus wie um einen Grenzwert hin- und herschwingen. Daß wir nicht zwei kongruente homologe Blätter, die unter ganz gleichen Außenbedingungen eines Baums gebildet wurden, finden, scheint mir sicher; wenigstens wäre es Hypothese, für jede solche Diskongruenz der Form Außenfaktoren verantwortlich machen zu wollen.

Das Vorkommen solcher oszillierenden Variation aus inneren Ursachen wird heute bestritten; man will nur Modifikationen anerkennen. Dennoch kann ich mir nicht vorstellen, daß zahlreiche Deszendenten einer reinen Linie auch bei gänzlicher Konstanz der Außenbedingungen kongruent auszufallen vermöchten. Aus einer

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

Stanniolplatte lassen sich tausende kongruenter Blatt- oder Pflanzenformen ausstanzen, die organische Form folgt meines Dafürhaltens solcher Kongruenz nicht; sie bewegt sich gleichsam zitternd um eine Gleichgewichtslage. Ob die Abweichungen vom Typus dabei größer oder geringer sind ist ebensowenig von Bedeutung wie bei den Modifikationen. Sie können durch die nächste Schwankung wieder ausgeglichen werden. Doch Reaktion auf innere Verhältnisse kann nicht weniger zur Abweichung vom Typus führen wie Reaktion auf äußere Verhältnisse.

Auch in den Oszillationen handelt es sich, wie bei den Modifikationen, um Schwankungen des Phaenotypus der Sippe.

8. Genotypus und Phaenotypus.

JOHANNSEN (z. B. Biol. S. 612) unterscheidet scharf die individuell verwirklichten Eigenschaften der Lebewesen und deren „innere Konstitution"; die ersteren sind Reaktionen der letzteren Diese Reaktionen bilden den Phaenotypus einer Sippe; die Konstitution den Genotypus. Der Genotypus ist der Inbegriff der Reaktionsnorm; ich möchte sagen, er verkörpert das Reaktionsgesetz des Biotypus. Biotypus nennt JOHANNSEN (El. S. 207) isogene Organismen mit identischer genotypischer Konstitution. Zeigt uns aber der Genotypus ein Reaktionsgesetz, so brauchen wir dies mit HELMHOLTZ nur zu „personifizieren", um zu wirkenden Kräften zu gelangen; damit haben wir die dynamische Begründung des Genotypus gewonnen, unbeschadet der Frage, wie die in ihm wirksamen Kräfte zu denken sind.

JOHANNSEN denkt sich die genotypische Beschaffenheit einer Pflanze nach Art einer chemischen Konstitution (z. B. El. S. 413); dabei soll jede Zelle vom Genotypus der betreffenden Sippe durchdrungen sein (El. S. 411); ich möchte hinzufügen, daß dann auch jedes Stück, in das man eine *Caulerpa* zerhackt, diese genotypische Beschaffenheit zeigt, da aus ihm sich eine neue *Caulerpa*pflanze des gleichen Biotypus aufbauen läßt. Individuen mit identischem Genotypus sind isogen (El. S. 208): waren die Gameten genotypisch gleich, so entsteht eine homozygotische, rassenreine Pflanze (El. S. 149). Wenn die Gameten genotypisch ungleich waren, so ist das daraus hervorgehende Individuum heterozygot in seiner genotypischen Konstitution (Biol. S. 617). Rassenreinheit bedeutet somit homozygotische Natur in den Umständen, die die Rassencharaktere bedingen (El. S. 540). Der Genotypus ist der Inbegriff aller Gene, die grundlegende Konstitution des Organismus (El. S. 146).

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

Damit haben wir den konsequenten theoretischen Ausbau der Lehre von den Erbfaktoren oder Genen. In der freien Natur tritt uns dieser Inbegriff, also doch wohl die Summe der Gene, gewöhnlich in der Verhüllung eines Phaenotypus entgegen; so bilden von Mendel's Ackererbsen die reine rote Rasse und die rote Mischrasse den gleichen Phaenotypus; auch sagt der Phaenotypus nichts darüber aus, ob ein Merkmal durch den Genotypus oder durch Außenfaktoren bedingt ist (El. S. 146). Weil man nicht daran denken darf, daß je einer phaenotypischen Eigenschaft ein einzelnes Gen entspricht, besteht kein Parallelismus zwischen Genotypus und Phaenotypus (El. S. 384). Die Eigenschaften einer Pflanze sind daher komplizierte Erscheinungen, zumal sie genotypisch durch positive Faktoren oder durch Hemmungsfaktoren bedingt sein können (El. S. 564). Merkmale werden als Reaktionen von oft sehr vielen selbständigen d. h. trennbaren Genen verwirklicht; sie müssen ausbleiben, wenn nicht alle notwendigen Gene in der betreffenden Zygote vorhanden sind. (El. S. 532).

Dem allen möchte ich hinzufügen, daß die Gene, bzw. die „genotypische Konstitution" nicht nur auf Außenfaktoren reagiert, sondern auch auf die im Innern der Zellen gegebenen Baustoffe und auf den in den Arbeitsstoffen gegebenen Vorrat an Betriebsenergie; endlich auf die gegebenen Systembedingungen der Zellen. Aus diesen Reaktionen leitete ich die oszillierende Variation her; auch sie dürfte daher genotypisch bedingt, doch phaenotypisch verwirklicht sein.

In bezug auf die Korrelationserscheinungen bewegen sich die Gedanken JOHANNSENs (El. S. 379) in etwas anderer Richtung. Innerhalb reiner Linien „ist die Korrelation mehr als eine phaenotypische Erscheinung, sie ist genotypisch mitbedingt"; solche Korrelation ist erblich, sie gehört zur Reaktionsnorm der genotypischen Konstitution. Es handelt sich hier offenbar um eine verwickelte Frage; doch nicht nur die Korrelationen sind erblich, sondern vor allem die ununterbrochene Folge der ontogenetischen Bildungsstufen, darum müßte auch sie wenigstens genotypisch „mitbedingt" sein.

Eine wichtige Frage scheint mir noch die zu sein: worin bestehen die genotypischen Unterschiede der zahlreichen reinen Linien einer Sippe bzw. einer Population? Zur oszillierenden Variation dürfen sie nicht gerechnet werden, denn diese, die in Reaktionen der Gene auf Innenfaktoren besteht, ist phaenotypischer Art. Wie aber sind die Sondergene der einzelnen reinen Linien entstanden? Schon durch diese Frage wird man auf die Möglich-

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

keit einer Neubildung und eines Verschwindens von Genen hingeführt, ohne deren Zulassung wir auf jedes Verständnis der Mannigfaltigkeit der Organismen verzichten müßten.

9. Allogonie.

Unter Allogonie verstehe ich das, was in der botanischen Literatur dieses Jahrhunderts „Mutation" genannt zu werden pflegt; ich habe mich des letzteren Wortes nicht bedient, weil es bereits vorher auf dem Gebiete der Paläontologie, die ich auch zur Biologie rechne, vergeben worden ist, und zwar in anderem Sinne.

Die Allogonie bedeutet somit eine Variation, aus der erbliche Abänderungen hervorgehen. Die in der Allogonie hervortretende Veränderung des Typus stellt kein labiles, sondern ein neues stabiles Gleichgewicht dar. Der Genotypus hat sich verändert. Allogonie gleicht dem Kaleidoskop in der Kombination der Gene, eine Gleichgewichtslage schlägt ohne Zwischenstufen um in eine andere. Daher die „sprungweise" Abweichung der erblichen Neubildung von der Stammpflanze. Ob die Abweichung groß oder klein ist, tut nichts zur Sache; es kommt nur darauf an, daß sie vererbt wird. Allogonie beruht somit auf einer Änderung der Gene selbst oder der Kombination der Gene aus unbekannten inneren Ursachen. Die Allogonie kann auftreten durch Änderung der genotypischen Konstitution während der Ontogonie, also in einem Vegetationspunkt (Knospenallogonie), oder in der geschlechtlichen Fortpflanzung als genotypische Änderung der Zygote. In diesem Sinne äußert sich auch JOHANNSEN (El. S. 224; 637; 656).

BAUR (1. c. S. 288 ff.) hebt hervor, daß Allogonie eintritt, wenn die Reaktionsweise der Nachkommen eines Biotypus sich ändert. Hierbei entstehen oder vergehen Erbfaktoren ganz unabhängig voneinander; er hebt indessen hervor, daß mit Sicherheit nur „Verlustmutationen" bekannt geworden sind. Auch JOHANNSEN spricht von Allogonie durch Verlust eines genotypischen Faktors (Biol. S. 651).

Ich habe in diesen Berichten (Jahrg. 1915 Heft 7) eine Knospenallogonie der Feuerbohne beschrieben, wobei der Vegetationspunkt der Hauptachse eines rotblühenden Exemplars einen Sektor abspaltete, dessen Seitenachsen sämtlich Blüten mit weißen Blumenkronen trugen und Samen mit weißer Testa hervorbrachten. Hätte ich es vermocht, bei allen diesen weißen Blumen Selbstbestäubung durchzuführen, so würde vermutlich aus allen eine weißblühende Rasse hervorgegangen sein; in Wirklichkeit blühte nur der größere

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

Teil der aus jenen weißen Bohnen erzogenen Pflanzen wieder weiß und trug weiße Samen, während eine Minderheit rote Blumen und bunte Samen hervorbrachte. Es ist anzunehmen, daß bei diesen letzteren Fremdbestäubung mit Pollen von rotblühenden Pflanzen stattgefunden hatte. Immerhin steckte die weiße Rasse in den Nachkommen der letzteren und wurde durch Abspaltung in der nächsten Generation wieder sichtbar. Jedenfalls war in den weißblühenden Infloreszensen bzw. Exemplaren die Reaktion rot eines das Anthocyan sonst liefernden Erbfaktors ausgeblieben.

Herr E. v. Tschermak hatte die Güte, mich auf eine seiner Arbeiten aufmerksam zu machen (Über seltene Getreidebastarde, in Beiträge zur Pflanzenzucht Heft 3, Berlin 1913), worin er mitteilt (S. 56 bis 59), beim Hafer eine interessante Knospenallogonie mit konstanter Nachkommenschaft gefunden zu haben; ferner beobachtete auch er Knospenallogonie an *Azalea indica*, auf deren Vorkommen ich in meiner Arbeit gleichfalls hingewiesen habe.

Außer der Knospenallogonie können Allogonieen bei der geschlechtlichen Fortpflanzung entstehen. In unserer theoretischen Betrachtung will ich dabei von allen Fällen absehen, die als Spaltung nach vorausgegangener Kreuzung in Verdacht kommen könnten, und nur an Allogonie aus reinen Rassen bzw. aus reinen Linien, also bei homozygoten Pflanzen, denken. Johannsen bemerkt ausdrücklich (El. S. 300), daß auch bei der Fortpflanzung in reinen Linien (Gerste) eine Ausscheidung genotypisch differenter Individuen vorkommen könne.

Fassen wir die Allogonie durch Zeugung genauer ins Auge, so erhebt sich die Frage: nimmt eine solche Allogonie erst ihren Ursprung in der vollkernigen Zygote? Oder bereits in den halbkernigen Gameten, im Ei oder im Pollenkorn? Oder entsteht sie durch den Zeugungsakt selbst? Für das letztere scheint mir kein Anzeichen zu sprechen, zumal wir in der Knospenallogonie die Tatsache vor Augen haben, daß Allogonie auf ganz ungeschlechtlichem Wege entstehen kann. Ob daher die Ursache zur Bildung der Allogonie in der Zygote oder schon im Ei oder in der befruchtenden Spermie des Pollenschlauchs sich geltend machte, ist nicht zu entscheiden. Doch wenn das letztere der Fall wäre, so würde auch die Zeugungsallogonie nicht wesentlich von der Knospenallogonie verschieden sein, weil Ei wie Pollenkorn durch einen Wachstumsprozeß entstehen. Die Vermutung scheint nahe zu liegen, daß genotypische Änderung eines Biotypus in jeder zu Neubildungen geeigneten Zelle einer Pflanze auftreten kann. Andererseits weist Johannsen (El. S. 420) darauf hin, daß die Reaktionsnorm einer

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

Zygote durch das Zusammentreten der in den Gameten vorhandenen Gene bestimmt wird.

Auf die von DE VRIES aus Samen der *Oenothera Lamarckiana* gezogenen erblichen Unterarten gehe ich hier nicht ein, da bei ihnen wohl kaum von einer Allogonie als erblicher Variation gesprochen werden kann. JOHANNSEN (El. S. 645) bemerkt dazu, hauptsächlich auf Grund der Untersuchungen von HERIBERT-NILSSON, daß *Oenothera Lamarckiana* keine andersgeartete Variabilität zeige, als andere fremdbefruchtete Pflanzen, d. h. Heterozygoten; DE VRIES' „Mutationen" seien daher nur „komplizierte Neukombinationserscheinungen" genotypischer Elemente, die schon vordem im Phaenotypus der Stammform vorhanden waren.

10. Phylogonie.[1])

Wir denken die in Isogonie sich vermehrenden reinen Linien, die Arten, die Gattungen, die Familien usw. als im Laufe der Erdgeschichte gewordene Scharen von Pflanzen. Wir meinen, daß die 10 000 bekannten Kompositen von einer Urkomposite abstammen, die 8000 Orchideen von einer Urorchidee usw., und verwenden die uns in der Fortpflanzung reiner Linien und in Kreuzungen sicher bekannt gewordenen Tatsachen unter Zuhilfenahme vieler anderer, von denen das Vorkommen rudimentärer Organe die wichtigste ist, zur Konstruktion einer Phylogonie nach dem Vorbilde der Ontogonie. Einen stringenten Beweis für die Abstammungslehre gibt es nicht; weil wir aber von ihrer Richtigkeit so fest überzeugt sind wie von der gleichfalls unbeweisbaren Tatsache, daß die Gerade die kürzeste Linie swischen zwei Punkten ist, habe ich verschiedentlich die Abstammungslehre ein Axiom der Biologie genannt (z. B. in meinen Studien über die Laminariaceen, Kiel 1903). Ein Ausblick auf die Phylogonie in ihrem Verhältnis zu den neueren Ergebnissen der Vererbungslehre möge hier Platz finden.

Nachdem MENDEL die konstanten Beziehungen der Erbfaktoren zueinander und ihre Diskontinuität entdeckt hatte, gewinnt es jetzt den Anschein, daß diese Erbfaktoren oder Gene selbst konstant sind. Für die Variabilität eines einzelnen Erbfaktors läßt sich keine Tatsache anführen. Eine Abstammungslehre, die die fortschreitende Entwicklung und Umbildung des Pflanzenreiches dartun will, wird sich dann aber um den Nachweis bemühen

1) Man vergleiche hierzu die anziehende Darstellung der Abstammungslehre, die RICHARD HERTWIG in Band IV der „Kultur der Gegenwart" (1914) gegeben hat; auf Einzelheiten dieser Arbeit gehe ich nicht ein, da es mich zu weit führen würde.

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

müssen, daß nicht nur neue Beziehungen (Kombinationen) der Gene möglich sind, sondern daß zu den bisherigen neue Gene hinzutreten oder daß alte schwinden können, zumal seitdem wir wissen, daß die unter unsern Augen entstandenen Modifikationen und Oszillationen sich nicht vererben.

Nur um erbliche Abänderungen kann es in der Phylogonie sich handeln, und wie steht es um unser Wissen von diesen? Die Wissenschaft hat im kalten Lichte strengster Kritik und Selbstkritik zu prüfen; ohne Leidenschaft, ohne Voreingenommenheit irgendwelcher Art, ohne Vorliebe, ohne Wunsch, womöglich ohne irgendwelchen Glauben an Dinge, die nicht sicher beweisbar sind. Von letzterem sich zu enthalten, ist wohl das Schwierigste in unserem Trachten nach Verständnis der Natur. Dennoch werden Anschauung (Intuition) und Ideen trotz aller ihnen anhaftenden menschlichen Schwäche sich nie von der Wissenschaft lösen lassen. Wir bleiben daher stehen bei dem Satze: Es sieht so aus, als ob Phylogonie eine Wahrheit sei. Diese Annahme bildet eine Voraussetzung der biologischen Forschung.

Die isogen sich fortpflanzenden reinen Linien bleiben im Genotypus konstant; in der Allogonie tritt uns dagegen eine genotypische Änderung entgegen, um die allein es sich handeln kann. Nur durch sie kann die Verschiedenheit reiner Linien, können die Arten usw. entstanden sein.

Dafür, daß gewisse Gene erlöschen, besitzen wir eine Reihe von Erfahrungen. So entstand z. B. nach CORRENS (Die neuen Vererbungsgesetze, S. 60) *Linaria maroccana alba* durch Wegfall des Gens zur Farbstoffbildung, *L. m. rosea* durch Wegfall der Anlage für alkalischen Zellsaft. CORRENS sagt ausdrücklich, daß die Gene („Anlagen") auch entfaltungsunfähig geworden sein können; ich möchte die Frage der Latenz hier nicht anschneiden, um nicht zu weitläufig zu werden. — Im oben erwähnten Beispiel der durch Knospenallogonie entstandenen weißblühenden Feuerbohne war das Gen für Anthocyan erloschen; in *Monotropa*, *Orobanche*, *Epipogon* sind die Gene nicht nur für Chlorophyllbildung, sondern auch für Laubblattbildung geschwunden. Wenn wir endlich das Samenkorn einer Pflanze töten, werden dadurch alle in ihm enthaltenen Gene vernichtet.

Wenn dagegen eine Pflanze bei Isogonie zahlreiche Samen hervorbringt, und wenn sich dies in der Generationenfolge wiederholt, kann dadurch eine Vermehrung von Genen in geometrischer Progression einsetzen. Doch es sind immer Gene der gleichen Beschaffenheit. Bei Einsetzen einer mit Allogonie verbundenen

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

Fortpflanzung sollte man auch das Auftreten neuer Gene von abweichender Beschaffenheit erwarten; allein wir kennen keinen derartigen, sicher beglaubigten Fall aus dem zurzeit vorliegenden Beobachtungsgebiet. Dies ist die härteste Kritik, die durch Tatsachen an der Abstammungslehre geübt wird: Denn wenn wir in den unsrer Beobachtung vorgekommenen Fällen von Allogonie nur ein Schwinden von Genen wahrnehmen, so muß dies zur Verkümmerung von Merkmalen und zum Rudimentärwerden führen (z. B. *Monotropa*), kann aber nicht zum Impuls für die Bildung neuer Merkmale werden; hierzu würde es der Erzeugung von Genen einer neuen Beschaffenheit bedürfen.

Die Abstammungslehre der Pflanzen hat eine Phylogonie der Gene zur Voraussetzung. Daß neben dem Schwinden von Genen sich aber auch neue Gene entwickeln, wird durch das Auftreten der Saugwurzeln von *Orobanche* und von *Cuscuta* nahegelegt. Nur im Experiment ist die Auffindung einer neuen Genenart noch nicht geglückt:

Dagegen ist wohl einer der glänzendsten Triumphe der experimentellen Biologie die Neukombination von Genen bei Kreuzung: So gelang es CORRENS (l. c. S. 44), experimentell beim Mais eine neue konstante Rasse, aus je einem Merkmal der beiden Eltern zusammengesetzt, aufzubauen.

CORRENS (l. c. S. 59) hat ferner gezeigt, daß, wenn bei einem Bastard eine ganz neue Eigenschaft auftritt, dies darauf beruhen kann, „daß die Entfaltung dieser einen Eigenschaft durch die Anwesenheit von zwei (oder mehr) Anlagen bedingt wird, die auf zwei verschiedene Eltern verteilt waren und erst im Bastard zusammen kamen.“

Auch JOHANNSEN (El. S. 380) sagt: „Kreuzung ist das wesentlichste Mittel, die genotypische Grundlage gegebener Korrelationen zu stören“ und führt weiter aus (El. S. 418), daß durch Kombination von Genen neue Reaktionsnormen konstruiert werden, also neue Grundlagen für Eigenschaften synthetisch hergestellt werden können, um schließlich in bezug auf Phylogonie zu dem Ausspruche zu gelangen (El. S. 688): „Mutation und Neukombination von Genen bei Kreuzungen bleiben als einzig sicher nachgewiesener Weg der Neubildung von Biotypen übrig.“

So weit etwa reicht unsere experimentelle Erfahrung. Ich möchte nur noch darauf hinweisen, daß die allgemeine Organisationshöhe eines Biotypus dabei nicht überschritten wird. Ohne ein Fortschrittsprinzip, wie schon NÄGELI und ASKENASY es forderten,

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

wird eine Analogie zwischen Phylogonie und Ontogonie sich schwer aufrecht erhalten lassen.

11. Anpassung und natürliche Auslese.

Wir haben es zu tun mit einer Tatsache, der Anpassung, und mit einer Theorie, der Naturzüchtung, die beide zueinander in Beziehung zu setzen sind. Daß die Pflanzen, um leben zu können, ihren Standorten angepaßt sein müssen, wird niemand in Abrede stellen; und ebensowenig würde eine Pflanze lebensfähig sein, wenn ihre einzelnen Bestandteile einander nicht angepaßt wären. Eine nach Außen oder nach Innen nicht angepaßte Pflanze muß zugrunde gehen; hier tritt die Selektion ein in ihr ausmerzendes Recht.

JOHANNSEN (El. S. 203) erklärt die darwinistische Selektionslehre für grundfalsch und sagt (El. S. 216): „DARWINs Selektionslehre ist jetzt nicht mehr haltbar. Denn nicht nur sind DARWINs theoretische Voraussetzungen in bezug auf die Erblichkeit prinzipiell unrichtig gewesen, sondern seine Erfahrungen über Selektionserfolge konnten wegen fehlender Analyse überhaupt nicht richtig gedeutet werden.“ Er stützt sein Urteil darauf, (El. S. 161, 164, 185, 192), daß in reinen Linien keine Wirkung der Selektion nachgewiesen werden konnte, und daß sie nicht imstande ist, genotypische Unterschiede hervorzurufen; wo nicht schon Unterschiede vorhanden sind, habe die Selektion keine die Vererbarkeit beeinflussende Wirkung.

Nur wenn eine Allogonie (bzw. eine Neukombination von Genen) Selektionswert oder Selektionsunwert besitzt, d. h. wenn sie der Erhaltung und dem Leben der Pflanze nützt oder schadet, wird sie durch natürliche Selektion entweder bestehen bleiben oder ausgetilgt werden; nur das letztere ist wohl von Bedeutung. Alle Allogonien indes, die wir bis jetzt kennen lernten, sind kleine Schwankungen auf gleicher Organisationshöhe, die weder nützen noch schaden, so daß die Selektion hiernach nur als untergeordneter Hilfsfaktor in der Phylogonie des Pflanzenreichs in Betracht kommen könnte.

Schafft eine Allogonie für die Pflanze wirklich einmal eine Verbesserung ihrer Organisation für den Kampf ums Dasein, so ist damit eine Steigerung ihrer Anpassung gegeben. Doch immer wieder bleibt zu beachten, wie winzig bislang die von uns beobachteten oder experimentell erzielten Allogonieen sind. Es sind ganz kleine Sprünge vorwärts, rückwärts oder zur Seite, so klein, daß ein Selektionswert derselben sich schwer vorstellen läßt. Denken wir andrerseits an die scharfen Anpassungstypen, wie wir sie

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

tausendfach kennen, die phyllodinen Acazien Neuhollands, den Ginster der Sahara, die Cacteen, die diesen so ähnlichen succulenten Arten der Gattung *Euphorbia*, die Parasiten und Saprophyten, so müßten wir z. B. in bezug auf letztere daran denken, daß sie eine sehr große Zahl von Allogonieen durchlaufen hätten, die „zufällig" alle in der gleichen Richtung lagen, oder daß eine, einem Kugelcactus zum Verwechseln ähnliche *Euphorbia* sich vom beblätterten Grundtypus der Gattung, wie er noch in der durch die Sahara verbreiteten *E. Guyoniana* uns begegnet, sich durch einen allogenetischen Riesensprung abgesondert hätte. Beides ist gleich unwahrscheinlich; da wir aber einmal das unwiderstehliche Bedürfnis haben, zu „erklären", werden wir nach einer anderen Erklärungsmöglichkeit Ausschau halten. Immer wieder wird dabei unser Blick fast magnetisch durch das Lamarck'sche Prinzip gefesselt.

Gegen den Lamarckismus läßt sich vieles einwenden, und die Autoren auf dem Gebiete der neueren Erblichkeitslehre sind ihm nicht günstig gestimmt. Ich erwähne nur JOHANNSEN, welcher ausführt (El. S. 430, 432, 447, 541 und sonst), daß das Milieu nachgewiesenermaßen noch nie eine erbliche Umprägung hervorgebracht habe; das vermeintliche Tatsachenmaterial des Neu-Lamarckismus könne nicht vor der Kritik exakter Erblichkeitsforschung bestehen; die Revue der experimentellen Tatsachen gebe durchaus keinen Anhaltspunkt für die Lamarckistische Lehren oder für die Mneme-Spekulationen; die Lamarckistische Auffassung einer durch „Anpassung" oder durch „direkte Bewirkung" allmählich vorgehenden Typenverschiebung sei mit dem „Mendelismus" unvereinbar. — Das mag alles zugegeben werden; dennoch stehen wir auch darin einer nicht zu bezweifelnden Tatsache gegenüber, daß die Neuholländer, die Wüstengewächse, die Cacteen, die succulenten Euphorbien usw. in Beziehungen zum „Milieu" stehen, zu Standort und Klima; woran auch durch die andere Tatsache nichts geändert wird, daß die genannten Xerophyten bei Kultur in einer feuchten, mäßig warmen Umgebung ihren Artcharakter keineswegs ändern. Durch letztere Tatsache wird nur bewiesen, daß die Arteigenschaften jener Pflanzen keine „Modifikationen" vorstellen, sondern als genotypisch fest begründet anzusehen sind.

Auch JOHANNSEN räumt ein (El. S. 425), „daß wenigstens durch einige — leider noch näher zu bestimmende — äußere Beeinflussungen, unter „günstigen" — leider noch näher zu erforschenden — Umständen genotypische Änderungen hervorgerufen werden können. Über die Frage, welche Beeinflussungen und welche Umstände hier Bedeutung haben, wissen wir kaum etwas

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

allgemeines zu sagen". S. 433 weist er darauf hin, daß „die Kombination genotypischer Elemente, die Konstruktion bestimmter Biotypen mittels planmäßiger Kreuzung der Weg zur Erreichung eines besseren Angepaßtseins des Weizens zum nordischen Winter" sei; S. 456, daß Störungen des Genotypus durch Einwirkung von Hitze hervorgerufen werden können; S. 618, daß die Möglichkeit einer Beeinflussung des Genotypus durch Außenfaktoren immerhin vorhanden sei, während er S. 428 sagt, die Frage der Entstehung des Angepaßtseins in der Natur sei eine ganz offene.

Die experimentelle Analyse des Zustandekommens der Anpassungen ist bislang nicht geglückt; es bleibt somit als Provisorium, als Scheinwerfer für den künftigen Weg der Forschung nur die logische Analyse übrig. Wir wollen hierbei davon ausgehen, daß der Genotypus beständig, der Phaenotypus unbeständig ist; finden wir bei Pflanzen ein beständiges Element der Gestalt, so beruht diese Beständigkeit auf genotypischer Konstitution. Modifikationen werden nicht vererbt; in ihnen zeigt sich die Reaktion der Gene auf Außenfaktoren. Die Außenfaktoren wirken somit als Reize auf den Genotypus, die Modifikationen werden durch diese Reize ausgelöst. Wenn uns nun ein Widerspruch zu bestehen scheint zwischen der Unbeständigkeit der Modifikationen und der Beständigkeit der genotypisch fixierten Anpassungen, in denen doch auch ein festes Verhältniß zu den Außenfaktoren besteht, so zeigt dies meines Dafürhaltens, daß wir an der Grenze der Leistungsfähigkeit unserer Experimente angelangt zu sein scheinen. Das Experiment ist und bleibt nur eine Methode der Beobachtung; Allmacht zur Lösung der Probleme wohnt ihm nicht bei. Darum müssen wir, vom Experiment ausgehend, den Blick über die Grenzen des durch das Experiment zu Erreichenden auch einmal hinausschweifen lassen in eine weite, rückwärts liegende Ferne.

Dabei scheint mir folgendes nicht undenkbar zu sein. Eine hygrophile Pflanze gelangte einmal unter lauter Xerophile an den für diese geeigneten Standort, ohne im Kampf ums Dasein mit den Xerophyten überwuchert und erdrückt zu werden. Bei der Fortpflanzung erzeugte der Reiz der Außenfaktoren eine reaktive Modifikation, die selbstverständlich nicht erblich war. In der nächsten Generation wirkte der gleiche Reiz, vielleicht verstärkte er sogar die erste Modifikation ein wenig. In der Gestalt der Modifikation war die Pflanze existenzfähig, und nun wurde die an sich rückgängig zu machende Abänderung Jahr für Jahr ein Jahrtausendlang, vielleicht unter zunehmender Verstärkung, durch das „Milieu" ausgelöst; und während die einmal oder zweimal oder

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

zehnmal hervorgerufene Modifikation bei Aufhören des Reizes sofort in die Grundform zurückgeschlagen wäre, hatte die tausendjährige Reizung im gleichen Sinne den Erfolg, daß die durch den Reiz entstandene Modifikation erblich, also genotypisch fixiert wurde. Es käme somit neben den Außenfaktoren auch der Zeitfaktor in Betracht, und wenn dieser in einer dem Experiment unzugänglichen Dauer wirkt, würde es zu erblichen Modifikationen, zu beständigen Anpassungsformen kommen können.

Ich muß gestehen, daß diese Hypothese der säkularen Reizwirkung mir für das Zustandekommen der Anpassungstypen näher zu liegen scheint als die andre, daß Allogonie und Neukombination von Genen bei Kreuzung unter Mitwirkung von ausmerzender Selektion die alleinigen Ursachen der Mannigfaltigkeit im Pflanzenreiche seien. Allerdings wird in letzterer Hypothese die Unveränderlichkeit der Gene gewahrt, aber doch auch die Entstehung sowohl neuer Genenkombinationen wie neuer Gene gefordert. Bei der ersten Hypothese könnte man auch mit der allmählichen Neubildung von Genen auskommen; man könnte aber auch annehmen, daß die Gene nicht absolut unveränderlich sind. Wenn letzteres als in Widerspruch stehend mit dem „Mendelismus" angesehen wird, so kann man darauf erwidern, daß auch durch ein Jahrtausend durchgeführte gleichsinnige Kreuzungsexperimente nicht vorliegen und undenkbar sind. Die Unmöglichkeit der hier vertretenen Form der Lamarckistischen Hypothese läßt sich in keinem Falle durch Experimentalforschung nachweisen. Doch es ist nur eine Hypothese und besitzt den relativ geringen Wert aller Hypothesen. Sicherer geht man natürlich, wenn man sagt: wir wissen nichts über den Grund der Mannigfaltigkeit des Pflanzenreichs und seiner Anpassungsformen.

12. Anhang: Das Leben.

Unter Kraft im allgemeinen verstehen wir, wie bereits oben ausgeführt wurde, die Fähigkeit, etwas zu wirken; sie geht aus von einem Substrat, um sich auf ein anderes zu richten. Energie ist die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu leisten; sie strömt aus einem materiellen System höherer Spannung in ein solches niederer Spannung, um sich hier anzuhäufen bzw. um Arbeit zu verrichten. Gene sind die Fähigkeit, im lebendigen Organismus etwas zu bilden; sie sind mit organisierter Masse verbunden und wirken auf stoffliche Massen, um sich hier geltend zu machen (Bildung von Chlorophyll, von Anthocyan, von Enzymen; Gestaltung gezähnter oder ungezähnter Blattränder usw.). Insofern sind die

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

Gene dem Chemiker vergleichbar, der eine Synthese ausführt, oder dem Künstler, der eine Form aus Metall ciseliert. Sie besitzen daher eine gewisse Analogie zu den geistigen Kräften des Menschen, natürlich nur eine entfernte Analogie, da ihnen das Bewußtsein ihrer Leistungen fehlt. Diese Kräfte unterhalten durch ihre Beziehungen zueinander das Leben des Organismus; denn in diesem steht jeder Teil zu jedem andern und zum Ganzen in Wechselbeziehung, wie in einer komplizierten Maschine. In letzterer sind auch Form und Größe der einzelnen Teile von Bedeutung, und daß ein gleiches von der Pflanze, der Zelle gilt, ist nicht zu bezweifeln. Darum entsprechen den „Maschinenbedingungen", durch welche die Betriebsenergie der Maschine gerichtet, gelenkt und transformiert wird, die Systembedingungen des Organismus, und sofern von diesen eine Wirkung ausgeht, kann man auch von Systemkräften[1]) sprechen. Die Analogie zwischen Maschine und Organismus hört auf bei den Genen, die es in der Maschine nicht gibt.

Auf der 83. Versammlung der British Association for the advancement of science (Birmingham 1913) hielt ich einen Vortrag über die Grundlagen des Lebens, von dem ein Referat auf S. 705 des Berichts unter der Überschrift: On the Nature of Life gegeben ist. Ich glaube, daß es für diese Abhandlung nicht überflüssig ist, wenn ich in Kürze meine damaligen Ausführungen hier wiedergebe.

Eine lediglich mechanische[2]) Erklärung des Lebens läßt sich in der Gegenwart nicht mehr aufrecht erhalten; die Annahme einer bloß mechanischen, der Analyse widerstrebenden Höhe der Komplikation des Organismus kann nicht befriedigen. Das Leben ist mehr als ein Sonderfall anorganischen Geschehens. Trotzdem ist es Aufgabe der Physiologie, an erster Stelle die Physik und die Chemie des Organismus zu erforschen. Doch hierbei ergibt sich ein Rest, der den physikalischen und chemischen Untersuchungsmethoden unzugänglich bleibt; ein X, das sich weder mit dem Mikroskop, noch „mit Hebeln und Schrauben", noch mit chemischen Reagentien feststellen läßt. Darum vermag ich die lebende der leblosen Substanz nicht einzuordnen, obwohl es gewiß ist, daß die

---

1) Vgl. J. Reinke, Einleitung in die theoretische Biologie. II. Aufl., S. 184.

2) Ich verstehe das Wort „mechanisch" hier im naturwissenschaftlichen Sinne, nicht in dem Sinne, den ihm einige Philosophen beigelegt haben; von den Naturwissenschaften, selbst von der Physik, bildet die Mechanik nur einen Teil.

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

Energiegesetze so gut im Lebewesen wie in der leblosen Natur gelten, daß Stoffwechsel und Energiewechsel der Organismen von ihnen abhängen.

Das Leben gründet sich auf Umwandlung von Energie, die in energetischen Elementarprozessen geschieht, und diese Elementarprozesse sind gebunden an Elementarmechanismen in den Zellen der Tiere und Pflanzen. Die Elementarprozesse bzw. Elementarmechanismen sind aber nicht ordnungslos durcheinander gewürfelt im lebenden Körper; sie werden vereinigt durch ein unsichtbares Band, das die Ordnung zwischen ihnen aufrecht erhält, und diese eigenartige Verkettung der Elementarprozesse bildet den Gegensatz zu den Vorgängen in der unbelebten Natur; ich will sie das Lebensprinzip nennen. Die Elementarprozesse sind der physiko-chemischen Analyse zugänglich; das Lebensprinzip ist es nicht. Jene stellen die eine Seite des Lebens dar, dieses die andere. Durch das Lebensprinzip sind die Elementarprozesse verbunden zu einer lebendigen Einheit, dem Individuum; das Individuum vermag sich in der Fortpflanzung zu verjüngen und zu vermehren. In der Ontogonie sind die einzelnen Entwickelungsphasen, unbeschadet entwickelungsmechanischer Vorgänge, durch das Lebensprinzip miteinander verknüpft. Jeder Elementarprozeß ist etwas Selbständiges, für sich Vorstellbares; nicht so das Lebensprinzip. Dies zeigt lediglich die Beziehungen zwischen den Elementarprozessen bzw. Elementarmechanismen; daher ist es ein Gesetz, das gleich allen Gesetzen unsichtbar und untastbar bleibt. Seine geordnete Wirksamkeit schließt einen zufälligen Zusammenhang zwischen den Elementarprozessen aus, darum hat das Leben so gut seine Gesetze wie das Licht, die Wärme, der Chemismus; was natürlich nicht hindert, daß die physiko-chemischen Gesetze Geltung besitzen in den Elementarprozessen des Lebens. Damit ist jeder mystischen Auslegung des Lebensprinzips die Spitze abgebrochen. Es besitzt aber auch keinerlei Ähnlichkeit mit der Energie; es ist ein Prinzip der Folge, der Ordnung, der Regulierung, der Harmonie. —

Ich möchte hinzufügen, daß ein organisiertes Gebilde, ein Lebewesen, nur einer begrenzten Zahl innerer Zustände, die im Gleichgewicht zueinander stehen, fähig zu sein scheint. Diese Zustände können, wie die Bilder im Kaleidoskop, einer sprungweisen Veränderung unterliegen, durch die eine Diskontinuität zum Ausdrucke gelangt. Wir würden das Lebensprinzip dann einer Kette vergleichen dürfen, die in allen Richtungen und in Verzweigung den Organismus durchzieht; Glieder der Kette könnten bei der Zeugung als Gene sich voneinander lösen.

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

Das Hinkende aller Vergleiche gelangt in solchen Bildern zum Ausdrucke; man fragt sich, ob sie überhaupt von Nutzen sind. Unter diesem Eindrucke schließe ich mit folgendem Worte M. RUBNERs (Kraft und Stoff im Haushalt der Natur, S. 170): „Es ist unverständlich, wie man in der Neuzeit immer wieder das Bestreben betont, das Lebende ausschließlich der Erscheinungsweise des Leblosen unterzuordnen und in dessen Formen zu zwängen. Wozu ist es notwendig, in infinitum nach Parallelen aus dem Gebiete der unbelebten Natur zu suchen? Auch wer das Walten von Kraft und Stoff gelten läßt, darf in dem Lebenden eine Naturerscheinung für sich sehen".

Eine Anschauung von dem, was Leben ist, haben wir alle, jedermann kennt den Unterschied zwischen einem lebendigen und einem toten Sperling; eine Definition von Leben zu geben, wäre vergebliches Bemühen.

---

6. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze.

Nr. 2: Über orangefarbige Hydathoden bei *Ficus javanica*.

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 9. Februar 1916.)

Gelegentlich meiner Besuche in den Gewächshäusern von Schönbrunn (Wien) fielen mir auf der Oberseite der Blätter von *Ficus javanica* orangegelbe Punkte auf, die sich sehr eigenartig ausnahmen. Wie ich gleich vorgreifend bemerken will, handelt es sich um Hydathoden, wie sie ja auch an den Blättern anderer *Ficus*-Arten vorkommen; das, was aber speziell die Hydathoden unserer *Ficus*-Art auszeichnet, ist die ganz ungewöhnliche, meines Wissens bisher an keiner Hydathode beobachtete Färbung. — Die orangegelben Punkte sind über die Oberseite des Blattes unregelmäßig zerstreut. Ihre Zahl schwankt je nach der Größe des Blattes sehr bedeutend. Ich zählte an 9 Blättern eines Sprosses je 39, 20, 16, 23, 22, 30, 24, 22 und 23 Punkte. —

Ihre Gestalt ist verschieden. Gewöhnlich sind sie nicht genau kreisrund, sondern meist abgerundet oder unregelmäßig polygonal. Der Durchmesser beträgt etwa $^1/_3$ — $^1/_4$ eines Millimeters. —

Quer- und Flächenschnitte lassen den Bau dieser sonderbaren Organe leicht erkennen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: 34

Autor(en)/Author(s): Reinke (Reincke) Johannes

Artikel/Article: Bemerkungen zur Vererbungs- und Abstammungslehre. 37-66