

Mitteilungen.

(I.) J. Reinke: Über Botanische Gesetze¹⁾.

Es ist Aufgabe der Wissenschaft, die Gesetze zu finden, die für der Erscheinungen Flucht das geistige Band bilden. Allem zufälligen und willkürlichen Geschehen stellt der Naturforscher das gesetzmäßige gegenüber. KANT sagte: „Der Verstand ist jederzeit geschäftig, die Erscheinungen in der Absicht durchzuspähen, um an ihnen irgend eine Regel aufzufinden. Regeln, sofern sie objektiv sind (mithin der Erkenntnis des Gegenstandes notwendig anhängen), heißen Gesetze“.

Wir Botaniker haben längst einen Unterschied gemacht zwischen Gesetzen, die ausnahmslos gelten, und Regeln, die Ausnahmen zulassen. Neuerdings hat der Physiker PLANCK zwischen dynamischen und statistischen Gesetzen unterschieden, was auf das gleiche hinauskommt: die statistischen Gesetze sind eben nur Regeln, wie sie uns z. B. aus den GALTONschen Kurven vertraut sind, die dynamischen Gesetze dagegen sollen unverbrüchlich sein.

Ein Naturgesetz hat nur Sinn für den denkenden Verstand, weil es ein umfassender, durch Abstraktion gewonnener Begriff ist. Die Natur richtet sich nicht nach den von uns in der Studierstube festgestellten Gesetzen, sondern die Gesetze richten sich nach den Vorgängen in der Natur. In jedem Gesetz zeigt sich uns eine funktionale Abhängigkeit zwischen zwei Dingen, eine Beziehung, die als Ergebnis unserer geistigen Analyse zu verstehen ist. Das Gesetz als abstrakter Begriff kann darum nie etwas bewirken oder hervorbringen. Weil es Begriff, weil es Abstraktion ist, wäre ein Naturgesetz ohne Beteiligung des menschlichen Verstandes ein Unding.

Um so wichtiger ist es, einzugehen auf die Beziehungen zwischen dem Begriff Gesetz und den Begriffen Kraft und Energie.

1) Diese Mitteilung ist der Auszug eines auf der Generalversammlung der D. B. G. 1921 gehaltenen Vortrags. Der ganze Vortrag erschien inzwischen bei JOH. AMBR. BARTH in Leipzig unter dem Titel: „Biologische Gesetze in ihren Beziehungen zur allgemeinen Gesetzlichkeit der Natur“.

Unter Kraft verstehen wir alles Wirksame, alles Wirkende in der Natur. Die Zeit liegt nicht lange zurück, da die Physiker den Kraftbegriff möglichst zu verbannen suchten und nur von den Beziehungen einer Bewegung zu einer anderen sprachen. Heute ist es umgekehrt; heute tritt mehr denn je in der Physik der Begriff der Kraft in den Vordergrund. Wir dürfen die Kraft auffassen als das reale Gegenstück zum abstrakten Gesetz. Durch den Kraftbegriff wird der gesetzmäßige Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung anschaulich bezeichnet. Kraft und Gesetz bedeuten zwei Seiten einer Sache. Den Gesetzen als solchen kann niemals Wirkung zugeschrieben werden, sondern nur ihrem Träger, der Kraft. HELMHOLTZ definierte so: „Das Gesetz, als objektive Macht anerkannt, nennen wir Kraft.“ Wirklichkeit kommt von Wirken; damit ist die Wirklichkeit dynamisch begründet. In alles Geschehen hinein, in die Kräfte verschiedener Art spielt die Energie, d. h. die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu leisten.

Die Physiker teilen gegenwärtig ihr Gesamtgebiet ein in die großen Provinzen der Mechanik, der Thermodynamik, der Elektrodynamik mit Einschluß der Chemie; eine Verschmelzung dieser Gebiete soll untunlich sein. Ich möchte als ein viertes die Biodynamik hinzufügen, sofern namentlich die physikalische Seite der Botanik und Zoologie in Betracht kommt; doch auch das Gestaltungsvermögen der Pflanzen und Tiere ist in ihr zu berücksichtigen. Eine physikalische Seite besitzt die Biologie unbestreitbar, weil auch in den Organismen die Kräfte und Gesetze der leblosen Welt wirksam und gültig sind.

Das gesetzmäßige Geschehen in der Natur schließt den Zufall nicht aus. Ich möchte an der Meinung festhalten, daß jeder Zufall das Kausalprinzip voraussetzt. Der Zufall entsteht durch Kreuzung zweier Kausalketten. Es ist Zufall, unter welchen Bedingungen ein Naturgesetz sich geltend macht. Auch der Zufall hat seine Gesetze, doch dies sind statistische Gesetze; sie sind Gegenstand der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Wahrscheinlich ist, was einer großen Zahl von Erfahrungen entspricht. Hinter allen Regeln steht aber vielleicht dennoch ein dynamisches Gesetz von unverbrüchlicher Geltung. —

Seitdem die Physik Hoffnung und Tendenz hat fallen lassen, alle Erscheinungen ihres Gebiets auf Mechanik zurückzuführen, seitdem Thermodynamik und Elektrodynamik als qualitativ verschiedene Erscheinungsfelder neben der Mechanik stehen, ist die Utopie eines mechanistischen Weltbildes zerronnen. Damit zeigt sich auch das alte Dilemma der Biologie: Mechanismus oder Vita-

lismus? in neuem Lichte, nämlich als Ergebnis einer irrtümlichen Fragestellung. Das Lebendige ist qualitativ vom Leblosen verschieden; das ist keineswegs anstößig für den physikalischen Gesichtspunkt, der uns bei dieser Untersuchung leiten soll, weil schon die Elektrodynamik von der Mechanik qualitativ verschieden ist. Das qualitativ Mannigfaltige in der Natur läßt sich zwar nicht durch quantitative Analyse beseitigen; denn es gibt keinen Generalnenner für die konkreten Verschiedenheiten der Erscheinungswelt. Dennoch werden wir auch in der Biologie stets ein wichtiges Ziel im Messen und Zählen anerkennen, und gerade die Physik leitet uns hin auf eine quantitative Betrachtungsweise.

Da bis jetzt kein einziger Lebensvorgang in den Pflanzen und Tieren restlos physiko-chemisch aufgeklärt ist, erscheint es ein aussichtsloses Unterfangen, in der Botanik und in der Biologie überhaupt nach einer rein physikalischen Schablone zu urteilen. Gewiß gelingt uns der Nachweis physikalischer bzw. chemischer Prozesse der verschiedensten Art in der Pflanze und im Ablauf des tierischen Lebens; häufig sind wir aber auch genötigt, bei bloßen Analogien stehen zu bleiben. Beides darf man nicht verwechseln. Auch das lebendige System einer Pflanze, eines Tieres ist ein materielles System; doch der Organismus ist kein Durcheinander physikalischen und chemischen Geschehens, sondern er bedeutet ein eigenartig geordnetes materielles System auf jeder Stufe seines Werdens, und die Pflanze entwickelt ihre morphotische, chemische, energetische Ordnung zwar automatisch, doch gesetzmäßig, gleichsam planmäßig. Es bildet sogar ein pflanzliches Einzelwesen mit der ganzen verzweigten Kette der Vorfahren in gewissem Sinne ein einziges materielles System, das in der Fortpflanzung sich nur zerteilt, wie auch die Zelle sich teilt. Dynamische Gesetze müssen schon die ältesten Organismen beherrscht haben; sie können sich historisch so wenig entwickelt haben, wie die Fallgesetze. „Wir haben keinen Grund,“ sagt GOEBEL, „anzunehmen, daß die Gesetze, nach denen die pflanzliche Gestaltung sich vollzieht, jemals andere waren, als bei den lebenden Pflanzenformen.“

Die biologischen Gesetze haben einerseits die Verwendung der Energie im Lebenshaushalt der Organismen zum Gegenstande, andererseits die Bildung der Gestalt. Die Elementarprozesse und Elementarmechanismen sind im Organismus durch ein unsichtbares Band zu einer komplizierten Einheit verknüpft; kein Baustein dieser Einheit darf aber fehlen. So herrscht in der Gesamtpflanze organische Einheit, und eine geordnete Ganzheit überlagert die organischen Einheiten aller Zellenarten und Gewebe. Wie eine

große Pflanze Schritt für Schritt aus der Keimzelle und den aus deren Teilungen entstehenden Zellen sich entwickelt, so wird dieser Entwicklungsgang nicht weniger durch die fertige Gestalt bestimmt. Dies ist das Entwicklungsgesetz in seiner weitesten Fassung. Pollenkorn, Spermie, Ei, Bastfasern, Leitbündel usw. sind durch die Ganzheit, deren Teile sie bilden, nach Gestalt, Struktur und Verrichtung bestimmt. Dies Gesetz der Ganzheit, das sich bei Störungen und Verletzungen in automatischer Wiederherstellung der Norm äußern kann, und wonach die Teile dem geschlossenen Ganzen angepaßt sind, ist ein fundamentales.

Dynamisch gesetzlich ist neben der Selbstbildung mit Einschluß der Reparation die autonome Betriebsleitung der Pflanze, wie sie in Dissimilation und Assimilation sich kundgibt. Dann das Gesetz der Geburt, das zuerst WIGAND in die Worte kleidete: *Omne vivum ex vivo!* Halten wir uns an die Erfahrung, so ist es zweifellos ein dynamisches Gesetz; spekulieren wir dagegen über Urzeugung, so würde es zum statistischen Gesetz, zur Regel herabsinken. Auch das Gesetz des Strebens zur Erhaltung der Form, das uns in der Vererbung entgegentritt, kann man perspektivisch als ein dynamisches gelten lassen, während es im einzelnen, in den Merkmalen der Pflanzen und Tiere, nur statistische Bedeutung hat.

Die Formwandlungen gehen mit Anpassungen Hand in Hand und stellen sich ein auf notwendige Lebensbedürfnisse der Pflanze. Ohne fortwährende aktive Anpassung wächst keine Zelle im Organismus der Pflanze; die ganze Ontogenie ist eine Kette von Anpassungen. Im engen Zusammenhang damit steht GOEBELs Prinzip der ökologischen Ausnutzung, der Verwertung von Gebilden, die durch einen unbekannten Ursachenkomplex entstanden sind.

Auf die Beziehungen des Pflanzenlebens und des Tierlebens zum ersten und zweiten Hauptsatze der Energetik braucht hier nicht eingegangen zu werden; sie sind genugsam bekannt, schon ROBERT MAYER hat das Erhaltungsgesetz in den Lebensvorgängen nachgewiesen. Dagegen dürfte eine Betrachtung darüber nicht ohne Belang sein, welche Bedeutung das Gesetz der kleinsten Wirkung für die Biologie besitzt. Dies Gesetz trägt auch den Finalbeziehungen Rechnung, weil eine Tatsache auch von einer gleichzeitigen oder zukünftigen funktional abhängig sein kann. So ist die Beschaffenheit des Pollens nicht nur funktional bedingt durch die Pollenmutterzellen, sondern auch durch die Aufgaben der Bestäubung; die halbe Chromosomenzahl im Spermakern durch die Beschaffenheit der Eizelle. Das Gesetz der kleinsten Wirkung bezeichnet die gleichsam künstlerische Tendenz der Natur, möglichst viel durch

die einfachsten Mittel zu erreichen, Wirkungen durch den geringsten Aufwand von Arbeit und Material und auf dem kürzesten Wege zu erzielen.

Durchwandern wir offenen Auges das Gebiet der Botanik, so begegnet uns das Gesetz der kleinsten Wirkung auf Schritt und Tritt. Nur ganz wenig Beispiele seien hier aufgezählt: Das Prinzip der Materialersparnis im mechanischen System der Laubspresse; das Prinzip der Ableitung der Assimilate auf kürzestem Wege; das Prinzip der kleinsten Raumgrößen in den sichtbaren Chromosomen und den unsichtbaren Genen; die Entwicklung des Keims einer Pflanze von der Eizelle aus auf geradester Bahn. Vermutlich entspricht auch die Wirksamkeit der Enzyme diesem Gesetz. Nach den neuesten Untersuchungen über den Aufbau der Stärke in Pflanzenzellen¹⁾ hat es den Anschein, daß die Bildung der Stärke aus Zucker und ihre Rückbildung in Zucker mit einem Minimum der Belastung des Energieumsatzes in der Pflanze sich vollzieht, da diese Vorgänge unter verhältnismäßig geringer Wärmetönung verlaufen. Weil die Stärke rasch gebildet und unter Umständen ebenso rasch wieder in Zucker zurückgeführt werden muß, kommt es darauf an, daß die hierzu erforderlichen Reaktionen eines möglichst geringen Energieumsatzes benötigen.

Wenn das Gesetz der kleinsten Wirkung besagt, daß im Naturgeschehen alles mit den relativ geringsten Mitteln erreicht wird, so kommt für die Botanik doch auch die ungeheure Verschwendung an Spermien und an Samenkörnern in Betracht. Ich glaube nicht, daß sie als ein Widerspruch zum Gesetz zu deuten ist; auf das Wort relativ meines vorigen Satzes kommt es an. Zweckmäßig ist sowohl die Ersparung von Kraft als das Einsetzen einer verschwenderischen Fülle von Kraft, wo dies not tut.

Ich habe soeben über ein sehr altes Naturgesetz gesprochen; nunmehr möchte ich zu der Frage übergehen, ob nicht auch die neueste große Errungenschaft der Physik, die Quantentheorie, fortan in der Pflanzenphysiologie und in der Biologie überhaupt zu berücksichtigen sein wird. Das Quantenprinzip bezeichnet eine allgemeine Diskontinuität des Geschehens wie des Seins; nach ihm ist nicht nur die Materie, sondern auch die Energie räumlich in elementare Bestandteile dispergiert, gesondert. So gibt es Elementarquanten der Elektrizität, der Strahlung und aller sonstigen Energie.

1) Vgl. P. KARRER, Der Aufbau der Stärke und des Glykogens. (Die Naturwissenschaften, 27. Mai 1921, S. 403.)

Also auch die von der Materie ausgehenden Wirkungen sind diskontinuierlich; man spricht darum von elementaren Wirkungsquanten.

Es wird darauf ankommen, wieweit bei Analyse der Lebensvorgänge das Gesetz des Wirkungsquantums sich verwerten läßt. Nun besitzen wir aber auf botanischem bzw. biologischem Boden bereits längst eine Quantentheorie. Wer dünkte nicht hierbei an MENDELs Prinzip der Erbinheiten bzw. der Erbfaktoren! In den Erbinheiten setzte MENDEL schon Quanten in Verbindung mit Qualitäten. Der Vorgang der Vererbung vollzieht sich in räumlich diskontinuierlichen Phasen, und diese Phasen bezeichnen wir durch das Symbol der Erbfaktoren, die bis zu einem gewissen Grade voneinander unabhängig im Vererbungsprozeß sich geltend machen. Weil die Erbfaktoren etwas wirken, sind sie zunächst dynamisch aufzufassen. Wir dürfen von einem Gesetz der Diskontinuität der Erbfaktoren sprechen, und diese elementaren Erbinheiten sind tatsächlich Quanten, die zum Vergleich mit den physikalischen Wirkungsquanten herausfordern: sie sind morphogene Wirkungsquanten. Die energetischen Wirkungsquanten der Physik sind dynamische Einheiten, die Erbfaktoren sind gleichfalls dynamische Einheiten; ist da nicht doch vielleicht ein tertium comparationis gegeben? Zeigen sich nicht auch in der Vererbung Wirkungsquanten und Kombinationen von solchen? Warum sollten da nicht Beziehungen zur physikalischen Quantentheorie bestehen? Möglicherweise könnte die Schwingung einer Erbinheit einem elementaren Energiequantum entsprechen. Wenn das phänotypische Merkmal einer Pflanze ein spezifisches Reaktionsvermögen von Erbfaktoren auf äußere Einflüsse bedeutet, so verkörpert sich darin ein dynamisches Prinzip. Natürlich kann ich hier nur hinweisen auf den zwischen Erbfaktoren und physikalischen Wirkungsquanten bestehenden Parallelismus; wieweit ein solcher Parallelismus geht, muß künftigen Untersuchungen überlassen bleiben.

Wohl zweifle ich nicht an einer letzten Endes chemischen Wirkung der Erbfaktoren, doch auch solche Wirkung bleibt ein dynamischer Vorgang. Unter dynamischem Gesichtspunkte entspricht nach meiner Auffassung jeder Erbinheit ein morphogenetisches Kraftfeld. Das Mosaik der von den Erbfaktoren beherrschten Felder ist maßgebend für den Entwicklungsgang des werdenden Organismus. Ob solch ein morphogenetisches Feld dermaleinst sich wird als ein elektromagnetisches erweisen lassen, ist eine der Zukunft vorbehaltene Frage. Vielleicht käme auch eine besondere Energieart in Frage, die durch Umbildung einer physikalischen

Energie entstünde. Die Quelle solcher besonderen Energieart würde wohl immer in Elektrizität zu suchen sein. Dann hätten wir in einer Wechselwirkung von positiver und negativer Elektrizität auch die Grundlage des Pflanzen- und Tierlebens zu erblicken.

(2.) E. Heinricher: Das Absorptionssystem von *Arceuthobium oxycedri* (D. C.) M. Bieb.

(Vorläufige Mitteilung.)

Über den intramatrikalen Teil, wie SOLMS-LAUBACH gesagt haben würde, liegen einige Untersuchungen vor, die außer *A. oxycedri* auch amerikanische Arten betreffen. Die sorgfältigste und eingehendste ist bisher jene von SOLMS¹⁾ über *A. oxycedri* geblieben, zu welcher Überzeugung jeder kommen wird, der sich mit dem Gegenstande selbst befaßt hat. Doch ist die illustrative Beigabe bei SOLMS etwas mager, so daß daraus nur schwer ein richtiges Bild von den überaus interessanten Verhältnissen gewonnen wird. Auch fehlten SOLMS Kenntnisse über die Entwicklungsgeschichte des Parasiten, und er beschließt, diesen Mangel wohl fühlend, seine Mitteilung mit dem Satze: „Erst Aussaaten und die Untersuchung der Keimpflanze werden Klarheit in die Biologie unseres Pflänzchens zu bringen imstande sein.“ JOHNSON²⁾ hat zur Kenntnis des intramatrikalen Teiles kaum wesentlich beigetragen; auch gilt das Gleiche von den Untersuchungen von PEIRCE³⁾ über *A. occidentale*, nur scheint aus ihnen hervorzugehen, daß bei dieser Art einige Abweichungen gegenüber *A. oxycedri* vorliegen. Auf eine dieser Verschiedenheiten weisen auch die Mitteilungen hin, die V. TUBEUF⁴⁾ kürzlich über amerikanische Arten veröffentlicht hat, nämlich, daß einige Arten sich mehr örtlich begrenzt auf dem Wirt verhalten und so unserer Mistel ähnlicher erscheinen, andere sich aber über weite Areale ausbreiten. *A. oxycedri* gehört zu den letzteren.

Als ich 1915 meine Abhandlung über die Keimung und Ent-

1) Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. VI, 1867—1868.

2) Annals of Botany, Vol. II, 1888/1889.

3) Annals of Botany, Vol. XIX, 1905.

4) Naturwiss. Ztschr. f. Forst- und Landwirtschaft, Bd. 17, 1919.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [39](#)

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

Artikel/Article: [Über Botanische Gesetze. 1014-1020](#)