

Physiologische Entwicklung.

Von

Univ.-Prof. Dr. Gustav Klein.

Vortrag, gehalten den 9. Dezember 1925.

Kein Problem hat in den letzten 50 Jahren die Biologie so beherrscht und so nachhaltig beeinflußt, wie das der Abstammungs-, der Entwicklungslehre. Es hat alle Zweige der Biologie befruchtet und vielfach in andere Gedankenbahnen gelenkt, es hat darüber hinaus die Philosophie beschäftigt und wie keine andere Frage das Laieninteresse erweckt. Greift doch die Frage zutiefst ins Menschliche, Religiöse und Soziale, ist sie doch mit falschen Mitteln und fraglichen Tendenzen ins politische Getriebe geworfen worden. Die Grundzüge dieser Lehre und ihrer Beantwortung sind heute in Europa so selbstverständlich, daß uns der jüngst abgelaufene amerikanische Affenprozeß in der Fragestellung und den Formen der Durchführung nur primitiv und komisch anmuten kann.

Worin besteht nun das Wesen der Entwicklungslehre? In der Erkenntnis, daß alle Organismen aus einfachen Urformen hervorgegangen sein müssen, daß sich diese den inneren Möglichkeiten und äußeren Einflüssen entsprechend weiterentwickelt, differenziert haben in jener Mannigfaltigkeit, die wir in den jetzt lebenden und ausgestorbenen Formen vor uns sehen, daß die verschiedenen Lebensformen einander mehr oder minder ähnlich, miteinander verwandt sind und sich voneinander ableiten lassen, so daß sich beim

systematischen Durcharbeiten aller Lebewesen immer klarer ein natürliches Verwandtschaftssystem im Stammbaum feststellen läßt, der freilich gerade in den großen Zügen noch viele prinzipielle Lücken aufweist.

Ziel der Abstammungsforschung ist, auf Grund der Erfassung aller Eigenschaften der zugänglichen lebenden, rezenten und noch greifbaren ausgestorbenen, fossilen Formen eine lückenlose Stammesgeschichte, ein natürliches Verwandtschaftssystem zu finden.

Die Disziplinen, die Mittel, die zu dieser Forschung herangezogen werden, sind sehr vielfältig und vielseitig und versprechen schon dadurch sichere Ergebnisse.

Das genaue vergleichende Studium der äußeren Formen, die Morphologie, des feineren inneren Aufbaues, die Anatomie, die peinlichst genaue Charakterisierung der einzelnen Formen und ihr Vergleich, die spezielle Systematik, das Studium der Entwicklungsgeschichte des Einzelindividuums und von Organismengruppen, die Onto- und Phylogenie, die Erforschung der fossilen Formen nach Form, Art, Zeit und Begleitumständen, die Paläontologie, die Vererbungswissenschaft, die experimentelle Erforschung von Konstanz und Veränderlichkeit der Eigenschaften eines Individuums und deren Gesetze und schließlich eine teilweise physiologische Betrachtungsweise nach der Frage der Funktion der einzelnen Organe und ihr Vergleich, sie alle haben wertvolle Bausteine zur Verwandtschaft und Entwicklungsgeschichte beigetragen.

Das Ergebnis dieser vielseitigen Forschungen sind vorläufige Systeme der natürlichen Entwicklung und Verwandtschaft, die dem Streben nach Vollendung zufolge ihren Ausdruck in Stammbäumen finden, denen natürlich noch viel Hypothetisches anhaftet.

Das Ergebnis ist weiter die Erkenntnis eines Fortschreitens in der Entwicklung vom Einfachsten zum Komplizierten, einer Progression, von der Ursprünglichkeit zur Mannigfaltigkeit, zur Differenziertheit, von „niederen“ zu den sogenannten „höheren“ Organismen, die durch Anpassung an die verschiedensten äußeren Bedingungen einen enormen Reichtum an Differenzierung entfaltet haben.

Die Momente freilich, die als Grundlage der Einteilung und Einreihung im System ausschlaggebend sind, müssen einseitig genannt werden; es sind Form und Bau der Organismen, Form, Bau und Funktionsweise der Sexualorgane.

An diesem Punkt muß einmal festgestellt werden, daß „hoch und niedrig“, „kompliziert und einfach“ ganz subjektive Begriffe sind, die nicht aus den Organismen aufscheinen, sondern anthropomorphistisch, aus der menschlichen Betrachtungsweise genommen und angewandt werden; aus der mechanistischen Auffassung des Maschinenzeitalters, das nur maschinell betrachtend das Einfachere als primitiver, das Kompliziertere, Differenziertere als höher entwickelt und hochwertiger zu beurteilen gewohnt ist.

Die physiologische Betrachtung der Vorgänge und Kräfte im Organismus, die Bau und Form schaffen,

die alle Erscheinung der Lebenstätigkeit, die Funktion, Reaktion, Anpassung etc. zustande bringen und bedingen, kommt dabei nicht in Betracht.

Was physiologisch bisher zum Vergleich herangezogen wurde, sind zwei Momente.

Die Serodiagnostik, die chemische Untersuchung der Verwandtschaft auf Grund der verschiedenen spezifischen Wirkung von Serum (Körperflüssigkeit) eines Organismus bei nahe und ferner verwandten Organismen, die bei Tieren sehr gute Resultate gezeitigt hat, bei Pflanzen in ihren Grundlagen und Ergebnissen hier nicht näher diskutiert werden kann.

Und die funktionelle Betrachtung, die Prüfung von Organen und Geweben nach ihrer Wirkungsweise und Zweckmäßigkeit. Nun hat diese Betrachtung ja in klaren Fällen wertvolle Einzelresultate gebracht, indem sie die Organe in ihrer Entwicklungsgeschichte, bzw. Funktion zu scheiden vermochte (homologe und analoge Organe), indem sie zwischen Konstitutions- (in der inneren Organisation bedingten) und Anpassungsmerkmalen (durch Anpassung an Außenbedingungen entstandenen) unterscheiden lernte, indem sie von funktionslosen Organen vergleichend den Entwicklungsgang verfolgen konnte (Ohrmuschel beim Menschen funktionslos, bei vielen Säugetieren — Hund, Pferd, Wiederkäuer, Hase — und bestimmten Wildformen in voller Funktion). Eine spezifisch physiologische Betrachtungsweise ist das aber nicht. Denn diese ist kausal, sie sucht die Ursachen, die Vorgänge und deren Ur-

sachen und Wirkungsweise, die zu einer Erscheinung führen. Die komplexe Erscheinung des Funktionierens eines Organes nach außen ist sekundär, die Aufgaben eines Organes und dessen Zweckmäßigkeit zu betrachten teleologisch, subjektiv und unphysiologisch.

Man kann nun einmal die Lebewesen statt von oben nach unten, von den höheren zu den niederen, auch von unten nach oben, statt von außen nach innen — und das ist sonst immer der Fall, weil man nach der Erscheinungsform und nicht den grundlegenden physiologischen Vorgängen fragt — auch von innen nach außen betrachten. Wir wollen die Fülle der Lebewesen physiologisch vergleichen. Diese Betrachtungsweise ist, glaube ich, noch nicht versucht worden und kann hier natürlich nur in charakteristischen Strichen skizziert werden.

Da das Substrat des Lebens und seiner Vorgänge ein Stoffliches ist, ist die Betrachtungsweise dem Stofflichen entsprechend ausschließlich chemisch und physikalisch. Das Ziel der Physiologie ist, die einzelnen Vorgänge, ihre Verkettung und Kombination, ihr Nacheinander, Durcheinander und Nebeneinander zu erfassen, ihre Bedingtheit von inneren und äußeren Ursachen zu erkennen und die wunderbare Regulation, die die Einzel- und Gesamtvorgänge beschleunigt, verzögert und gegeneinander abstimmt, die das Leben bedingt und erhält, zu begreifen.

Ob die Vorgänge äußerlich in Erscheinung treten oder nicht, ist ganz nebensächlich, die grundlegendsten

chemischen Vorgänge sind, weil am sichersten und genauesten verlaufend, am schwierigsten greifbar. Das stoffliche Geschehen gibt sich nun in seiner Gesamtheit letztlich kund als Aufnahme und Verwertung von fremden Stoffen zu körpereigenen, als Ernährung, die zu dauernder Volumzunahme, zum individuellen Wachstum und darüber hinaus zur Fortpflanzung führt, als Bildung von Gestalt und Form der Teile und des Ganzen und als Produktion verschiedener Energien, die gegen die Außenwelt verschieden in Erscheinung treten, am häufigsten als Bewegung des Ganzen oder an Teilen sichtbar werden.

Diese Grundformen des physiologischen Geschehens lassen sich allein klar erfassen und studieren am Elementarorganismus, der Zelle, die entweder als solche (einzellig) vorkommt oder zu vielen kombiniert einen Organismus vorstellt (vielzellig). Immer ist es die Zelle, in der sich alle grundlegenden Lebensvorgänge abspielen, ob sie isoliert oder mit andern zusammen lebt und arbeitet. Von diesem Zentralpunkt aus betrachten wir vergleichend physiologisch die Gesamtheit aller Vorgänge in den Lebewesen.

Schon der Bauplan, die Struktur, die Lebensstruktur, die, nur im Lebenden vorhanden, den Ablauf der Lebensvorgänge ermöglicht, ist, soweit wir in jüngster Zeit eine Ahnung davon erhalten konnten, weil Lebensvoraussetzung, die gleiche. Die lebenswichtigen Stoffe, die Träger des Lebens, Eiweißkörper einerseits und Phosphatide andererseits (N und P haltige

Fettkörper, die die Aufnahme und Abgabe der Stoffe beherrschen und regulieren) sind in jeder Zelle und dürften auch überall gleiche Funktionen vollführen. Variierend sind nur gröbere Strukturen und Formen von Zellinhaltsstoffen und die sind von sekundärer Bedeutung.

Auch die Grundvorgänge, die sich in der Zelle abspielen, die das Leben bedingen und erhalten, sind ganz allgemein die gleichen.

Beginnen wir mit der Assimilation. Alle Pflanzen und auch Tiere, die Chlorophyll führen, also alle grünen autotrophen Organismen, assimilieren die CO_2 der Luft unter Ausnützung der Lichtenergie ganz gleichartig. Bau und Zusammensetzung der grünen Farbstoffkörper, der Chloroplasten sind bei fast allen Pflanzen von absoluter Gleichförmigkeit. Es ist dieselbe Form der Chlorophyllkörner, es sind dieselben Farbstoffe, Chlorophyll a und b (grün), Karotin und Xanthophyll (gelb), in gleicher chemischer Zusammensetzung, sogar im gleichen Mengenverhältnis. Wo Abweichungen auftreten, ist es bei den sogenannten niederen Pflanzen. Hier finden wir bei den Algen verschiedene ganz abweichende Formen von Chloroplasten (Schraubenbänder, Ringe, kompliziert gefaltete Platten) in Farbstoffgehalt und Zusammensetzung (Braun-, Blau-, Rotalgen, Diatomeen). Hier wurde verschiedenes versucht und erprobt. Bei allen Gruppen der sogenannten höheren Pflanzen wurde das Bestbewährte beibehalten, es herrscht hierin direkte Eintönigkeit.

Auch der chemische Vorgang der Kohlensäureverarbeitung, die Reduktion zu Formaldehyd und dessen Kondensation zu Kohlehydraten (Zucker und eventuell Stärke) vollzieht sich überall gleich.

Dagegen scheint eine Ausnahme zu bestehen und das sind die autotrophen Bakterien, die ohne Chlorophyll und ohne Lichtausnützung auf Grund von chemischer Energie, die sie aus spezifischen Vorgängen schöpfen, Kohlensäure assimilieren. Aber auch hier konnte ich zeigen, daß der chemische Vorgang der gleiche ist, über Formaldehyd verläuft. Die Spezialleistung, die von den grünen Organismen energetisch abweicht, bleibt aufrecht, sie ist verwirklicht bei den sogenannten einfachsten, niedrigsten Organismen.

Auch die Assimilation des anorganischen Stickstoffes läuft bei allen grünen Pflanzen gleich, sie führt zu denselben Aminosäuren, die die Eiweißkörper aufbauen. Dasselbe dürfte für die Schwefel- und Phosphorassimilation gelten; es sind die gleichen oder doch sehr ähnliche Körper, die als wichtigste organische Grundstoffe, als Bau-, Betriebs- und Reservestoffe vorliegen, die Kohlehydrate, Fette, Eiweißkörper und Phosphatide.

Im Gegensatz zu den autotrophen Organismen, die alle Kohlenstoffsubstanzen aus der Kohlensäure der Luft bilden, brauchen die Heterotrophen, alle Tiere und nichtgrünen Pflanzen mit Ausnahme der autotrophen Bakterien, zu ihrer Ernährung bereits von der grünen Pflanze gebildete organische Stoffe.

Die Ernährung der Tiere ist, soweit sie bisher durchgearbeitet wurde, im Prinzip überall die gleiche. Von den einfachsten einzelligen bis zu den höchstorganisierten Tieren werden die als Nahrung aufgenommenen Kohlehydrate zu den einfachen Zuckern, die Eiweißkörper zu den Aminosäuren, die Fette zu Glycerin und Fettsäuren abgebaut und vom Organismus zu den körpereigenen Stoffen wieder aufgebaut, gleichgültig wie zusammengesetzt die komplexe Nahrung ist. Gerade bei allen höheren Tieren sind die Vorgänge im Magen, Darm und Blut aufs genaueste und vielfältigste untersucht und einheitlich befunden worden.

Dagegen zeigen die niederen heterotrophen Pflanzen, Bakterien und Pilze eine unendliche, schier unentwirrbare Mannigfaltigkeit.

Es gibt keinen organischen Stoff, der direkt aus dem pflanzlichen oder tierischen Körper stammt oder ein Zersetzungs- und Endprodukt solcher ist, der nicht einer heterotrophen Pflanze als Nahrung dienen könnte. Selbst die sonst unverwertbaren Gerüstsubstanzen, Zellulose, Holz, Kork, Wachs, Chitin, die giftigen Stoffe, wie Kohlenoxyd und Methan, — Gerbstoffe, Harze, Paraffine, die kohligen Humusstoffe, die sonst schädlichen Alkohole und organischen Säuren (Essig- und Milchsäure) können als Nahrung verwertet werden. Die Omnipotenz der Schimmelpilze und vieler Fäulnisbakterien in bezug auf Kohlenstoffnahrung, die Spezialisierung auf physiologisch sonst unmögliche Stoffe, beides ist der Zelle der höher organisierten Pflanze

verlorengegangen. Sie ist in der Einheitlichkeit und dem engen Rahmen ihrer Ernährungsmöglichkeit bezüglich des Kohlenstoffes, gegenüber der Vielseitigkeit, Leistungsfähigkeit und allseitigen Anpassung der niederen Pflanzen direkt ärmlich.

Dasselbe gilt bezüglich der Stickstoffnahrung. Auch hier die Omnipotenz der Ernährung mit allen möglichen N-Verbindungen einerseits, auf der anderen Seite Anpassungen spezifisch auf jede der möglichen N-Substanzen (elementarer N, Nitrat, Nitrit, Ammoniak, Aminosäure, Amine, Peptone, Eiweißkörper). Es sind Anhaltspunkte vorhanden, daß der Abbau und Körperaufbau aller dieser C- und N-Substanzen trotz der Verschiedenheit des Ausgangsmaterials im Prinzip gleich oder wesensähnlich verläuft.

Eine spezielle Fähigkeit muß dabei wegen ihrer besonderen Tragweite eigens hervorgehoben werden und das ist das Vermögen, elementaren Stickstoff zu binden, die nur wenigen Organismengruppen, frei und symbiotisch mit höheren Pflanzen lebenden Bakterien und Pilzen und, wie in letzter Zeit gezeigt werden konnte, einigen Blaualgen zukommt. Gerade diese Gruppen gehören aber systematisch zu den primitivsten; gerade nur bei diesen Gruppen, die oder deren physiologisch ähnliche Vorfahren wir als die ersten Pioniere des Urbodens, der frei von gebundenem Stickstoff war, ansehen müssen, ist diese für das Leben so bedeutungsvolle Fähigkeit eigen. Sie fehlt allen höheren Pflanzen, die auf schon gebundenen N angewiesen sind.

Nur ein Teil der assimilierten Stoffe wird zur Bildung neuer körpereigener Substanz, als Ersatz der verbrauchten, zur Vergrößerung beim Wachstum und zur Vermehrung verwendet. Alles andere wird teils durch die verschiedensten chemischen Prozesse umgebaut zu lebenswichtigen Stoffen und zu Körpern, die auf einem Neben- oder Endgeleise im Stoffwechsel stehen, die also nur mehr sekundäre oder gar keine Bedeutung haben, teils als Betriebsstoff für die ununterbrochenen, mannigfaltigen, energetischen Leistungen des Lebenden abgebaut, verbrannt bis zu Endkörpern, die unbrauchbar oder direkt schädlich sind.

Die Zahl der Stoffe, die durch Umbau im Organismus entstehen, ist riesig. Viele davon, wohl gerade die wichtigsten, kennen wir nicht einmal noch. Dafür sind die Stoffe, die, weil sie nicht mehr weiterverarbeitet werden oder werden können, angereichert werden, recht wohl bekannt; die Farbstoffe, Riechstoffe, die Harze, Gerbstoffe, Alkohole etc. Manche davon kommen recht allgemein vor, viele sind für einzelne Arten, Gattungen oder Familien charakteristisch.

Hier wäre also ein Moment, das im Sinne einer physiologischen Weiterentwicklung zu deuten wäre. In der Tat wurde ja auch die Frage von Chemismus und Pflanzenverwandtschaft viel erörtert. Gewiß zeigen manchmal nahe verwandte Formen nur für sie charakteristische Stoffe. Diese Tatsache verliert aber ihre Bedeutung, wenn man folgendes entgegenhält: Gerade diese Stoffe haben mit dem physiologischen Lebens-

getriebe nichts mehr zu tun, sie sind Endprodukte, sonst wären sie im ständig kreisenden Lebensgetriebe gar nicht greifbar. Für keinen dieser Stoffe konnte eine prinzipielle Bedeutung fürs Leben erwiesen werden, sie sind zu bewerten wie die verschiedene Form und Größe von Blättern etc. Und wenn sich schließlich in vielen Fällen das gleiche Stoffvorkommen mit der sonstigen Verwandtschaft deckt, also wenigstens für diesen Stoff das gleiche Stoffwechselgetriebe annehmen läßt, so gibt es anderseits Fälle, die dagegen sprechen und doch viel tiefer blicken lassen. Wir kennen Körper, die ganz vereinzelt in einzelnen Arten über das ganze System verstreut vorkommen. Das charakteristischste Beispiel hiefür ist das Saponarin, ein farbloses Glykosid, eine Verbindung eines Flavonkörpers (Farbstoff) mit Zucker, das sich in Bruchstücken eines Gewebes mikrochemisch eindeutig nachweisen läßt. Es wurde in einem Lebermoos, in einem Laubmoos, bei Kreuzblütlern, bei Nelkengewächsen, Kürbisgewächsen und Liliaceen — aber immer nur bei einzelnen Spezies —, also wirklich über das ganze System verbreitet verstreut. Niemand wird deswegen behaupten wollen, daß diese Arten miteinander näher verwandt sind. Nein! Aber wiewohl der Körper schon aus dem Stoffwechsel ausgeschaltet, also mehr minder bedeutungslos ist, wiewohl die Pflanzen, in denen er vorkommt, auf verschiedenster „Organisationshöhe“ stehen und nicht im mindesten miteinander verwandt sind, zwingt uns die Tatsache dieses Vorkommens zu der Auffassung, daß

überall die gleichen chemischen Vorstufen dieses Endkörpers vorhanden sind oder, was dasselbe ist, dieselben Prozesse sich abspielen. Oder — die Grundvorgänge im Organismenreich sind überall dieselben, sie laufen bei verschiedenen Arten bis zu einem Endprodukt, das in anderen Fällen nicht erscheint, das Vorhandensein gewisser Endprodukte sagt über Verwandtschaft noch nichts, über Entwicklungsgänge aber überhaupt nichts aus, da es bei naheverwandten Formen nicht, bei sehr fernstehenden aber zu verzeichnen ist.

Was aber die chemische Leistungsfähigkeit und die Fülle der erzeugten Stoffe anbelangt, ist sie bei den tieferstehenden Gruppen mindestens ebenso groß wie bei den hochorganisierten; ich erinnere nur an die qualitative und quantitative Reichhaltigkeit vom Mutterkorn (dem Dauermyzel eines Pilzes) an Alkaloiden und der Flechten an glykosidischen Farbstoffen (einige Hundert!).

Nun zum Abbau, der Veratmung, der Verbrennung von reinen Kohlenstoff — und Kohlenstoff-Stickstoffsubstanzen. Die Kohlenstoffverbrennung ist bei der grünen Pflanze ganz einheitlich. Es ist dasselbe Ausgangsprodukt (Zucker), dieselben Zwischenglieder in der Kette der Verbrennungsvorgänge (Azetaldehyd) derselbe Endkörper (Kohlensäure), die ganz allgemein festgestellt werden konnten. Die Energieauswertung als grundlegendster Lebensvorgang ist ganz einheitlich.

Nur bei den niederen Heterotrophen, den Bakterien und Pilzen, den physiologischen Künstlern, ist scheinbar

auch der Abbau bunt. Gegenüber den grünen Pflanzen, die alle denselben Assimilationszucker verbrennen, ist hier das Ausgangsmaterial verschiedenster Art. Einfache Zucker, hochzusammengesetzte Kohlehydrate (Zellulose, Pektine etc.), Alkohole, Säuren, alles wird verarbeitet. Auch wird bei diesen Gärungsvorgängen nicht ganz bis zu Kohlensäure, sondern auch zu verschiedenen anderen Produkten abgebaut (Gärprodukten: Alkoholen, Essig, Milch-, Buttersäure etc.). Und doch ist trotz der Mannigfaltigkeit von Ausgangs- und Endgliedern auch hier die Reaktionskette die gleiche.

Die Mannigfaltigkeit an Anpassung, Ausnützung und Leistung liegt bei den einfachen Organismen.

Der Abbau N-haltiger Stoffe (Eiweißkörper) ist bei grüner und farbloser Pflanze wie beim Tier der gleiche. Grundlegend Abbau bis zu Aminosäure, die entweder zu den übelriechenden Aminen umgelagert oder bis zu Ammoniak und Kohlensäure verbrannt werden. Nur die Art, wie das giftige Ammoniak unschädlich gemacht wird, ist in Tier und Pflanze teilweise verschieden, in beiden Reihen aber wieder ziemlich gleich. Bei allen Tieren Bildung von Harnstoff, bei den meisten Pflanzen von Amidon (Asparagin oder Glutamin); bei den Pilzen und auch höheren Pflanzen wurde in neuester Zeit auch Harnstoff gefunden, also wieder eine Parallele zum Tierorganismus.

Wesen, Prinzip und Verlauf der Abbauvorgänge sind bei allen Lebewesen ganz allgemein gleich. Die

Vorgänge der Energieproduktion sind für alles Lebende einheitlich.

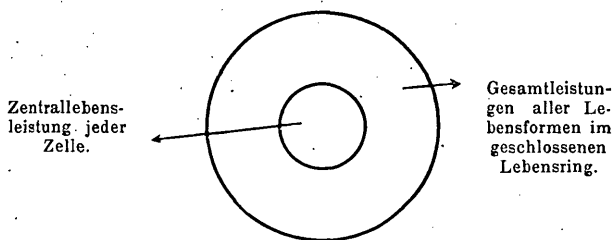
Die Mannigfaltigkeit der ausnützbaren Stoffe, die entstehenden Endprodukte, die Umsetzungsgröße an Stoff und Energie, das Maximum an Kapazität, an physiologischer Leistungsfähigkeit liegt bei den „einfachen, den niederen“ Organismen.

Den besten Maßstab hierfür liefern die Fermente, jene eigenartigen spezifischen Mittel der Zelle, mit welchen ohne die krassen Eingriffe, die im Laboratorium des Chemikers angewandt werden müssen und recht oder schlecht wirken, alle Abbau- und Umsetzungs Vorgänge im Organismus spielend durchgeführt werden. Die Zelle hat für jeden Vorgang ein spezifisches Enzym. Die Zahl dieser und ihre Umsetzungskapazität ist bei der Zelle der höheren Pflanze und der ganzen Pflanze gering gegenüber Bakterien und omnipotenten Pilzen. Es ist nicht viel übertrieben, wenn man sagt, daß hier fast für alle Stoffe auch Enzyme zu finden sind. Die Spezialisten aber arbeiten mit Spezialenzymen, die den höheren Pflanzen überhaupt fehlen.

Die Ursachen dieses Mankos der höheren Pflanzen und der grünen Pflanzen überhaupt liegen in der einheitlichen Ernährungseinstellung einerseits, in der Arbeitseinteilung und Spezialisierung der Einzelzelle in der vielzelligen Pflanze auf eine oder wenige Leistungen anderseits.

Wenn wir also die Lebensgrundleistungen und die chemische Gesamtleistung der Zelle allgemein

überblicken, gelangen wir zu folgender Auffassung. Die Lebensleistung jeder Zelle, die Summe aller das Leben bedingenden und erhaltenden Vorgänge ist eine ganz einheitliche, ein zentraler unumgänglicher Komplex. In Anpassung an die Arbeitsleistung und Differenzierung im „hochorganisierten“ Organismus ist dazu eine spezielle Einstellung der Einzelzelle zu einzelnen



chemischen Vorgängen eingetreten, die zur Entfaltung neuer, höherwertiger, chemischer Leistungen nicht geführt hat.

In Anpassung an Nahrung und Außenfaktoren im weitesten Sinn hat sich die grüne Pflanze auf eine einheitliche, spezifische Gesamtleistung eingestellt, die heterotrophe in Anpassung und Ergänzung an diese zu vielseitigster, allgemeiner und spezieller Leistung. Die dissimilatorische Lebensseite ist weit bunter und mannigfaltiger als die assimilatorische.

Die gesamten realisierten Leistungsmöglichkeiten zeigen keine Entwicklungsreihe, keine Höherentwicklung,

die parallel der morphologischen Differenzierung geht, sie zeigen vielmehr ausstrahlend von den Grundleistungen des Lebens alle notwendigen Verwirklichungen der Anpassung an das Gegebene und aneinander, daß sie eine geschlossene Front zur Beherrschung des Substrates und der Lebensbedingungen und zur Erhaltung des Lebens bilden.

Nun zu den Äußerungen des physiologischen Geschehens in Form von verschiedenen Energie- und Lebenserscheinungen, wie Wachstum, Formbildung und Bewegung. Von den mannigfaltigen Energieformen, die die Organismen regelmäßig oder nur vereinzelt produzieren, sei nur eine besonders herausgegriffen: die Entwicklung von Licht.

Lichtproduktion finden wir bei Pflanzen nur bei einigen Bakterien und Pilzen realisiert, also bei den niedrigst organisierten Formen. Im Tierreich ist die Lichtproduktion häufiger und über alle Organisationshöhen verstreut, bei einzelnen Formen, also bei Quallen, Würmern, Insekten, Fischen. Je nachdem man die noch offene Frage betrachtet, haben wir es auch hier ähnlich wie beim Saponarin mit einem sporadisch auftretenden Merkmal zu tun oder es läßt sich Buchners Auffassung, in den Tieren leuchten symbiotisch lebende Leuchtbakterien, allgemein erweisen; dann sind es wieder einfachste, die die Fähigkeit der Lichtentwicklung allein besitzen, und für die Anpassung an die symbiotische Lichtentwicklung gilt bei den Tieren das oben Gesagte.

Die Wachstumsvorgänge in der Zelle sind im Pflanzenreich prinzipiell die gleichen.

Die Vorgänge bei der Membranbildung, Flächen- und Dickenwachstum, die primären und sekundären Vorgänge bei der Zellteilung sind bei den höchsten und niedrigsten Pflanzen fast identisch.

Bezüglich der Formphysiologie wissen wir recht wenig. Daß die Form nur durch die physiologischen Vorgänge geschaffen wird und bedingt ist, ist einleuchtend; welche chemischen Prozesse aber im einzelnen zu bestimmten Formelementen führen, ist bis nun noch nicht erfaßbar. Freilich haben wir Anhaltspunkte, daß jede Form und Art spezifisch geartet und gestaltete Grundstoffe, also speziell Eiweißkörper und Phosphatide besitzt, deren spezifisch feinste Struktur und Kombination der eigentliche Ausgangspunkt für die spezifische physiologische Leistung und damit auch für die Form ist.

Wenn man aber die erdrückende Fülle von Formen in bezug auf die Zelle überblickt, kann man nur sagen, daß die Zelle der niedriger organisierten Pflanzen viel größere Mannigfaltigkeit, weitere Variationsbreite in der Gesamtform der Zelle und ihrer Bestandteile (siehe S. 41) aufweist als die der höheren Pflanze. Dort die dauernde Beibehaltung der einmal herausgebildeten Elemente in einer fast monotonen Gleichförmigkeit. Die trotzdem unleugbare anatomische und morphologische Formenfülle ist lediglich eine unendlich variierende Kombination der gegebenen Ele-

mente, die ihrerseits die Ergebnisse von Arbeitsteilung und Korrelation in vielzelligen Organismen sind.

Was endlich die Bewegung betrifft, sind ja gerade die einfachen Organismen auf Grund ihres dauernden Wasserlebens diejenigen, die fast allgemein Bewegungsfähigkeit dauernd oder doch vorübergehend besitzen, die die besten, mannigfachsten Formen von Bewegung realisiert zeigen (Amöben, Bazillen, Schwärm-sporen, Spermatozoiden, Diatomeen etc.), die die feinste Perzeptions- und Reaktionsfähigkeit auf die verschiedensten Reize in der Einzelzelle und im Cönobium zeigen. Bewegungserscheinungen der hochorganisierten Blütenpflanzen, deren Einzelzellen ja jede Beweglichkeit fehlt, sind nur bedingt durch die Wirkung von Zellkombination und Korrelation. Die einzigen freibeweglichen Zellen der Blütenpflanzen, die Pollenkörner, haben ihre aktive Beweglichkeit verloren und werden nur passiv (Wind, Insekten, Vögel) an ihren Bestimmungsort gebracht, freilich auch in Anpassung an die Landverhältnisse.

Was charakterisiert nun die „höher organisierte“ Pflanze? Der Zusammenschluß von ursprünglich frei und selbständig ihr Leben abwickelnden Zellen zu einer höheren Einheit. Da ein Haufe gleichartiger Zellen nicht lebensfähig war und ist, tritt schon in den ersten Versuchen eines Zusammenlebens, eines Cönobiums, eine innere gegenseitige Anpassung in Form von Arbeitsteilung, von Übernahme einzelner Zellfunktionen durch Zellen oder Zellgruppen und da-

mit eine morphologische Differenzierung auf. Dies alles unter dem Zwang des Zusammenlebens, der steigenden Zellenzahl. Und unter diesem Zwang eine dauernde Differenzierung und Organisation; alles aber wieder unter dem Zwange der Außenbedingungen, die an den vielseitigen Organismus als etwas Neues, zu Bewältigendes herantreten.

Innere und äußere und wieder innere Anpassung sind die treibenden Momente der neuen Kombination von Zellen, Geweben und Organen, die die Organisation und Entwicklungsrichtung der höher organisierten Formen bestimmen. Physiologisch nennen wir die beherrschende, bildende Summe von Kräften, die aus der Einzelzelle und dem Gewebe heraus dem gerecht wird, Korrelation. Das gleichsinnige wie das gegensinnige Arbeiten aller Zellen miteinander und gegeneinander erhalten als Korrelation das pendelnde Gleichgewicht des höheren Organismus, das nie während des Lebens zum vollen Ruhegleichgewicht = Tod gelangt. Die Kräfte, die dabei wirken, kennen wir zum Teil, ihr Zusammenwirken und ihre Wirkungsweise noch kaum. Mechanische und physikalische Faktoren (osmotischer Druck, Saugung, Stoffleitung etc.) regulieren Form- und Stofftransport. Diese und andauernd wechselnde chemische Vorgänge schaffen und erhalten das Stoffgetriebe im ganzen komplizierten Organismus. Die letzten Jahrzehnte haben uns aber noch spezifische Stoffe kennen gelehrt, die Geschehen und Form im tierischen Organismus korrelativ be-

herrschen, die Hormone, die als Ausscheidungen innerer Drüsen eine dominierende Rolle spielen. Aber auch in der Pflanze sind es wahrscheinlich spezifische Stoffe spezieller Zellelemente, die bei der Zellteilung, der Formbildung und der Reizleitung, die eine Bewegung auslöst, eine spezifische Rolle spielen.

Und trotzdem ist all das physiologisch nichts Neues, nichts höher Entwickeltes — spezifische stoffliche Beeinflussung und Reaktion finden wir auch bei den einfachsten Einzellern glänzend realisiert —, es ist nur eine andere Form, die als Regulation, Kombination, Korrelation das Zellgefüge zu einem einheitlichen Reagieren gegenüber der Außenwelt formt und umformt.

Physiologisch ist das Wirken und die Leistung der Einzelzelle im Gesamtorganismus und von diesem selbst nicht Höherentwicklung, nicht Mehr- und Neuleistung, sondern eine andere Einstellung der Zelle in einem anderen Rahmen, die unter Verlust von Eigenschaften und Leistungen der Einzelzelle zur Entfaltung unter anderen Bedingungen, unter dem dauernden Zwang der Anpassung an geänderte, innere und äußere Verhältnisse, einer im weiteren Rahmen regulierten Anpassung, wie sie für die Einzelzelle und das Leben überhaupt charakteristisch ist.

Die Lebensleistung ist für alle Zellen die gleiche, die überhaupt mögliche physiologische Auswirkung der Zelle ist bei den sogenannten niederen Lebensformen in unendlicher Mannigfaltigkeit längst verwirklicht.

(Äußere Entfaltung.) Die weitere Lebensentfaltung ging einen neuen einheitlichen Weg, den der Zellkombination, die in neuem Rahmen zum höher organisierten Organismus führte. Die Einzelzelle verlor einen Teil ihrer physiologischen Leistungsfähigkeit auf Kosten einer speziellen Leistung, die Gesamtleistung ist erst auf Grund der Kombination und Korrelation der Einzelleistungen gegeben. (Innere Entfaltung.)

Die Leistungen der höheren Organisation nach außen sind vereinfacht, vereinheitlicht, in kleinsten Rahmen gespannt; die Mannigfaltigkeit der Lebensform, der Lebensmöglichkeit, der Ausnützung von Substrat und Außenbedingungen ist bei der höheren Pflanze zum Großteil verlorengegangen. Sie beherrscht nur eine, immer dieselbe Lebensseite.

Die physiologische Gesamtleistung aller möglichen Pflanzenformen ist eine geschlossene, lebenbeherrschende, die Entfaltung der Leistung eine unendlich mannigfache, eine allseitige, die bei den sogenannten „niedereren“ Organismen zur Beherrschung aller möglichen äußeren Lebensbedingungen, zu einer Entfaltung nach außen, bei den „höheren“ zur Beherrschung einer neuen Form, des vielzelligen „hochorganisierten“ Organismus bei ziemlich gleichem Lebensrahmen, zu einer Entfaltung nach innen führte.

Eine physiologische Betrachtung der Entwicklungsgeschichte kennt keinen vertikalen Stammbaum mit primitiven und höher entwickelten Formen, sie sieht nur einen horizontalen liegenden Stammbaum

mit zahlreichen liegenden Ästen, die eine lückenlose Peripherie bilden und einen besonderen Ast, den der vielzelligen Pflanze, der in den Gesamtrahmen sich einfügt. Auch eine Gesamtbetrachtung von allen Standpunkten einschließlich des physiologischen kann nur eine horizontale Entfaltung finden, als dessen hervorstechendster, längster, verzweigtester Ast dem „Biologen“ der der höheren Pflanze in die Augen springt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [66](#)

Autor(en)/Author(s): Klein Gustav

Artikel/Article: [Physiologische Entwicklung. 33-57](#)