Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig

Professor der Botanik Professor der Zoologie

in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie vergl. Anatomie und Entwickelungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut, einsenden zu wollen.

XXIV. Bd. 1. April 1904. № 7.

Inhalt: Moll, Die Mutationstheorie (Schluss). — Goldschmidt, Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebezellen. — Hennings, Zur Biologie der Myriopoden II.

Die Mutationstheorie.

Von Dr. J. W. Moll.

(Schluss.)

Neue Arten entstehen als Bastarde. Auf keinem Gebiete hat die Selektionstheorie zu so nachteiligen Folgerungen geleitet als auf jenem der Bastardlehre. Ohne das Prinzip der Erblichkeitseinheiten bleibt das Studium der Bastarde unklar und verwirrt. Die Entdeckungen Mendel's haben sich keine Anerkennung erwerben können, solange die Selektionstheorie allgemein und fast ohne Widerspruch herrschte, und erst im Lichte der Mutationstheorie ist ihre hohe Bedeutung plötzlich für jeden denkenden Forscher einleuchtend geworden. Die Prinzipien der Mutationstheorie fordern dazu auf, die bei den Kreuzungen tätigen Einheiten aufzusuchen, und stellen einen scharfen Unterschied zwischen den einfachen und den komplizierten Fällen in den Vordergrund. Bei den üblichen Kreuzungen unterscheiden sich die Eltern voneinander in mehreren Punkten, und was dabei geschieht, darf keineswegs auf die einfachen Fälle mit nur einem einzigen Differenzpunkt übertragen werden. Grade im Gegenteil müssen die letzteren Beispiele die Grundlage für die Erklärung der ersteren bilden.

Die Erfahrung lehrt, dass Bastarde ganz gewöhnlich Mitteldinge sind zwischen ihren Eltern. Bisweilen genau die Mitte haltend, oft aber mehr oder weniger sich dem einen Elter annähernd, oder wie Kerner es ausdrückt, mehr oder weniger goneoklin. Nach der

Theorie der Erblichkeitseinheiten rührt dieses aber daher, dass sie in einigen Eigenschaften dem einen, in anderen aber dem anderen ihrer Eltern gleichen. Halten sich diese beiden Gruppen von Kennzeichen das Gleichgewicht, so sind die Bastarde Mittelbildungen, überwiegt eine von beiden mehr oder weniger, so sind sie in höherem oder geringerem Grade goneoklin. Aber es leuchtet ohne weiteres ein, dass man diese Begriffe nicht mehr anwenden kann, sobald es sich nur um einen einzigen Differenzpunkt handelt. Wie sich solche Bastarde verhalten, muss völlig neu ermittelt werden, die üblichen Folgerungen sind durchaus unzuverlässig.

Die Vorstellungen über die möglichen und vermutlichen Entstehungsweisen neuer Arten in der Natur leiden nun ganz allgemein an diesem Mangel. Überall heißt es, dass neue Arten, wenn sie plötzlich und in wenigen Individuen auftreten würden, durch die Wirkungen der natürlichen Kreuzungen bald in die Mutterart zurückgeführt werden, und deshalb nach wenigen Jahren verschwinden würden. Daraus folgert man dann, dass ein solches plötzliches Auftreten nie der Weg sein kann, den die Natur zur Bildung neuer Arten einschlagen könnte. Allerdings treten in dem einzigen bis jetzt beobachteten Falle einer Mutationsperiode, derjenigen der *O. Lamarckiana*, die neuen Arten wiederholt und in verhältnismäßig zahlreichen Individuen auf, und das Delboeuf'sche Gesetz lehrt, wie sie sich in einem solchen Falle, trotz des Kampfes ums Dasein aufrecht halten und vermehren können. Aber dessenungeachtet nimmt man allgemein den ausmerzenden Einfluss der Kreuzungen an. Die bekannte Migrationstheorie Wagners hat ja fast einfach zum Zwecke, dieser Schwierigkeit zu entgehen, und viele Forscher legen noch ein sehr großes Gewicht auf zeitliche Differenzen in der Befruchtung als Mittel zur geschlechtlichen Trennung neuer Arten.

Die Erfahrungen, welche in dem Abschnitte über die Mutationskreuzungen niedergelegt sind, lehren nun, dass die fraglichen Schwierigkeiten einfach aus der Luft gegriffen sind. Die Kreuzungen zwischen der Mutterart und ihren Abkömmlingen führen gar nicht zu Mittelbildungen, welche bei wiederholter Befruchtung durch die alte Art dieser immer näher kommen würden. Ganz im Gegenteil stoßen, wie wir bereits gesehen haben, die neuen konstanten und die latenten aber mutablen Träger der Eigenschaften einander ab, und verteilen unter sich die Nachkommen der Kreuzung derart, dass ein bestimmter Teil durchaus dem neuen Typus treu bleibt. Und diese Bastarde sind bei gegenseitiger Befruchtung ebenso konstant in ihren Nachkommen, als es die Mutanten selbst bei Selbstbefruchtung sind. Neben der Selbstbefruchtung einer neuen, sei es auch nur in einem einzigen Individuum aufgetretenen Art, hat somit die Ausstreuung ihres Pollens auf die Individuen der Mutterform den Erfolg, dass oft ein Viertel, bisweilen sogar die

Hälfte der so gebildeten Samen zu der neuen Art übergeführt werden. Die Kreuzung wirkt der Ausdehnung der neuen Sorte somit keineswegs absolut entgegen, sondern kann ihr sogar in hohem Grade förderlich sein. Es hängt nur von der Adaptierung der neuen Form an die grade gegebene Lebenslage ab, ob sie sich behaupten wird oder nicht. Ist sie durch die neue Eigenschaft besser für diese geeignet als die Mutterform, so wird sie an Gebiet gewinnen, ist sie weniger adaptiert, so wird sie auch bei der reinsten Selbstbefruchtung schließlich zugrunde gehen müssen. Die bei hypothetischen Erörterungen über die Entstehungsweise spezieller Arten so beliebten Betrachtungen über den auslöschenden Einfluss der Kreuzungen mit der Mutterart entbehren somit jeden Grundes und könnten ruhig fortgelassen werden.

Für die Entstehung von Varietäten gelten ähnliche Betrachtungen, und tatsächlich erhält sich die *O. brevistylis* seit 1886 auf dem ursprünglichen Standort der *O. Lamarckiana* bis jetzt noch immer neben dieser in einer nur wenig schwankenden Anzahl von Individuen.

Kommen wir nach diesen Erörterungen zu der Frage, welche Rolle die Befruchtung beim ersten Sichtbarwerden der Mutationen spielt. Diese treten in 1% oder weniger der Individuen in fast jedem Jahre auf. Denken wir uns, dass jährlich ein Teil der Eizellen und ein Teil der Pollenkörner mutiere. Offenbar wird dieser Teil nur ein ganz geringer sein. Tritt nun Befruchtung ein, so wird nur selten eine mutierte männliche Zelle grade eine mutierte Eizelle treffen. In der Regel werden sich die mutierten Sexualzellen mit nicht mutierten verbinden. Wäre nun zum wirklichen Eintreten einer Mutation die Vereinigung zweier mutierter Elemente erforderlich, so würde die Erscheinung offenbar nur ganz geringe Aussicht haben einzutreten, oder es müssten gradezu zahlreiche Sexualzellen jährlich mutiert werden.

Nun dürfen wir aber auf diesen Vorgang die Gesetze der Mutationskreuzungen anwenden, und folgern, dass auch die Verbindung von mutierten mit unmutierten Sexualzellen zum Teil zu sichtbaren Mutationen führen wird, und zwar im Mittel in etwa einem Viertel der Verbindungen. Eine solche Mutation entsteht somit als Bastard zwischen einer mutierten und einer nur mutablen Sexualzelle. Und neben dieser müssen beiderseitige Mutationen, wenn man die Verbindung zweier mutierter Elemente so nennen darf, offenbar äußerst selten sein. Haben sie etwa andere Eigenschaften als jene, so sind sie bisher noch nicht beobachtet worden. Auf dem Boden der Mutationstheorie führen diese Tatsachen somit zu einer durchaus einheitlichen Auffassung der ersten Entstehung und der nachträglichen Vermehrung neuer Arten, bis zu dem Zeitpunkt, wo sie zahlreich genug sind, um Kreuzungen nicht mehr befürchten zu brauchen.

Inkonstante Rassen.

Eine vielfach erörterte Frage ist die, ob durch Kreuzungen inkonstante Rassen entstehen können, und umgekehrt, ob inkonstante Rassen als die Folge einer früheren Kreuzung betrachtet werden dürfen. Experimentelle Gründe, welche zu einer Entscheidung führen können, lagen bis dahin nicht vor. Die Behauptung, dass die gestreiften Blüten von *Mirabilis Jalappa* durch Kreuzung roter und gelber Sorten entstanden sein können, hat gar keinen Wert, weil die gestreiften Sorten ursprünglich als solche aus Peru nach Europa eingeführt worden sind. Sie sind älter als die Kultur, die Betrachtungen über ihre Entstehung sind reine Phantasie. Dasselbe gilt von weitaus den meisten diesbezüglichen Fällen. Und wo Versuche vorliegen, leiden diese meist an dem Mangel, dass man die Eltern zu seiner Kreuzung nicht genügend kannte. Einem rein und ausschließlich rot blühenden Exemplar von *Mirabilis* kann man es einfach nicht ansehen, ob es zu der konstanten roten, oder zu der gestreiften Sorte gehört, wie im ersten Bande des vorliegenden Werkes nachgewiesen wurde.

Trotz dieser Schwierigkeiten ist diese Auffassung der stark variablen Rassen, der sogenannten Mittelrassen, in denen zwei vikariierende Eigenschaften in jedem Individuum, oft in jedem Zweig und in jeder Blüte oder jedem Blatt um die Herrschaft ringen, noch eine ganz allgemein verbreitete.

Vielfach steht sie einer klaren Auffassung der Erscheinungen mehr oder weniger stark im Wege. Es wäre deshalb vom größten Wert, sie einer experimentellen Prüfung zu unterwerfen. Wenn man aber der Meinung ist, dass auf diesem Wege inkonstante Rassen nicht oder doch nicht als Regel entstehen, so ist die Aussicht auf beweisende Versuche eine äußerst geringe. Denn negative Resultate werden offenbar keinen Gegner überzeugen; ein Beweis kann nur durch ein positives, einwurfsfreies Resultat oder durch völlige Abwesenheit solcher in allen einzelnen Fällen erzielt werden. Und die letztere Aufgabe liegt bei dem großen Umfang und der langen Dauer solcher Versuche außerhalb des Forschungsgebietes eines einzelnen.

Aus diesen Gründen lag es nahe, zunächst das wichtigste und am meisten beliebte Beispiel der gestreiften Blumen durch neue Versuche und durch eine Zusammenstellung der einschlägigen Literatur kritisch zu beleuchten, und nachher das Wesen der inkonstanten Rassen, das eigentlich bis dahin noch völlig unbekannt war, in einigen besonderen Fällen experimentell klar zu legen.

Entstehung gestreifter Blumen. Vegetative Bastardspaltungen sehen mehrfach den Streifungen erblicher Rassen so ähnlich, dass eine Verwechslung geradezu auf der Hand liegt. Scheckige Bastard-Erbsen und scheckige Bastard-Maiskörner sind

deshalb aber noch keineswegs mit den gestreiften Rassen derselben Arten zu identifizieren. Dazu wäre der Nachweis erforderlich, dass die durch Bastardierung erzeugte Streifung sich in den Nachkommen konstant erhalten würde, und dieser Nachweis würde selbstverständlich erst dann zwingend sein, wenn durch eine längere Phylogenie der Vorfahren der Kreuzung bewiesen wäre, dass unter ihnen die Streifung noch nicht vorkam. Derartige Beweise sind schwer zu bringen und bis dahin noch nicht erbracht worden.

Dem gegenüber wird im zweiten Bande der Mutationstheorie versucht zu zeigen, dass die gestreiften Rassen sich nicht verhalten wie Bastardrassen, weder wie die konstanten Rassen der unisexuellen, noch auch wie die sich jährlich spaltenden der bisexuellen Kreuzungen. Denn auch diese letzteren spalten konstante Rassen ab, welche bekanntlich Kombinationsformen der großelterlichen Typen sein können, welche aber, sobald sie isoliert sind, ebenso konstant und einförmig sind, wie die besten Varietäten. Die gestreiften Rassen aber spalten solche konstante Typen nicht ab; mögen sie auch dem Äußern nach in verschiedenartige Gruppen zerfallen, dem Innern nach gehören diese stets zusammen. Denn in seinen Nachkommen kann jedes Individuum, unabhängig von seinem eigenen Typus, die ganze ausgedehnte Formenreihe der so höchst variablen Rasse wiederholen.

Der wichtigste Faktor in dieser Behauptung bezieht sich auf die Erblichkeitsverhältnisse der sogenannten Atavisten der Mittelrassen. Eine gestreiftblütige Rasse macht alljährlich einfarbige Individuen, die Zwangsdrehungen bringen Exemplare mit geraden Stämmen und die Verbänderungen solche mit rein zylindrischen Stengeln hervor u. s. w. Solche Atavisten treten aber nicht etwa aus der gestreiften, gedrehten oder verbänderten Rasse heraus. Sie sind nur Individuen, in denen die fragliche Eigenschaft aus irgend einem Grunde latent geblieben ist. In ihren Nachkommen zeigen sie dieses, indem sie, auch bei reiner Befruchtung, den anderen Typus der Rasse stets wieder zutage bringen. Eine Spaltung, wie bei den Mendel'schen Bastarden findet sich also bei diesen Rassen nicht, trotzdem das bunte Gemenge einer Aussaat auf den ersten Blick einen analogen Eindruck zu machen scheint.

An einer Reihe von Beispielen wird die Inkonstanz der Mittelrassen näher beleuchtet. Gespaltene Blätter, Becherbildungen, Adnationen, *Plantago major rosea* (S. 527) u. a. m. werden erörtert. Das plötzliche Auftreten zahlreicher bunter Blätter nach einer Kreuzung wurde für *Oenothera cruciata varia* × *O. biennis* ausführlich studiert; da aber auch sonst bei den Oenotheren bunte Exemplare von Zeit zu Zeit vereinzelt in den Kulturen vorkommen, darf hier wohl auf eine Förderung, nicht aber auf eine Neubildung der Anomalie durch die hybride Verbindung der erwähnten Arten geschlossen werden. Und ähnlich verhält es sich in anderen Fällen.

Die Frage, ob Kreuzungen mehrfach Ursache von Atavismus sind, wird zunächst besprochen. Wo es sich um dihybride Verbindungen handelt, leuchtet ein, dass die beiden sichtbaren Charaktere, falls sie jüngere sind, durch das ältere Merkmal im Bastard ausgeschlossen werden können. Dieses sieht man am klarsten in den Bastarden von *Oenothera lata* × *O. nanella*, welche zu einem guten Teile die hohe Statur des gemeinschaftlichen Vorfahren, der *O. Lamarckiana* tragen. In derselben Weise können auch sonst latente Eigenschaften der Vorfahren ans Licht gebracht werden. Aber sehr vieles, was jetzt als Atavismus gedeutet wird, ist von Kreuzungen durchaus unabhängig. Beispiele dazu liefern die fein zerschlitzten Primordialblätter von *Sium* und *Berula*, die dreizähligen Blätter der monophyllen Varietäten von *Robinia*, *Fraxinus* und *Fragaria*, die Rückschläge von *Equisetum Telmateja*, die Tulpendiebe u. s. w.

Die Hypothese von Kreuzungen in der Prämutationsperiode.

Im Anschluss an diese Rückschläge wird die Frage erörtert, ob vielleicht an der Entstehung der neuen Arten von *Oenothera* Kreuzungen einen wesentlichen Anteil gehabt haben können. Für die Gegner der Mutationstheorie bilden die Erfahrungen in dieser Gattung, und namentlich die Möglichkeit, dass ein jeder in seinem Garten den Mutationsvorgang mit eigenen Augen studieren kann, eine unüberwindliche Klippe. Die Tatsachen lassen sich nicht wegleugnen; sie wiederholen sich bei jeder Aussaat. Dadurch ist das Bedürfnis entstanden, ihren Wert zu verkleinern, und manche Kritiker suchen auch jetzt noch den Weg dazu in den alten, den Mendel'schen Gesetzen und der ganzen neueren Forschungsrichtung entgegengestellten, aber vielfach noch geläufigen Vorstellungen über die Folgen von Kreuzungen. Denn sowohl im Gartenbau, als stellenweise auch in wissenschaftlichen Kreisen hat man es sich lange dadurch bequem gemacht, dass man fast alle etwaigen unbegreiflichen Erscheinungen in der Natur aus hypothetischen Kreuzungen zu erklären suchte. Das ganze Wesen der Bastarde war so fremdartig und so völlig unverstanden, dass man alles Unverständliche durch die einfache Behauptung glaubte erklären zu können, es sei eine Folge irgend einer Kreuzung.

Die neuere Forschung hat aber das Gebiet der Bastarde wesentlich eingeschränkt und ihre Erblichkeitserscheinungen sind jetzt durch ganz bestimmte Gesetze bedingt. Allerdings sind wir erst im Anfange dieser Studien und bleibt vieles vorläufig noch unbegreiflich. Aber die Wahrscheinlichkeit, dass irgend eine unerklärte Erscheinung eine Folge einer Hybridisierung sein könne, hat damit ganz bedeutend abgenommen.

Für die neuen Nachkommen der *Oenothera Lamarckiana* führt

die Annahme eines Ursprunges durch Kreuzung aber sehr bald ad absurdum. Denn offenbar hat man die Frage ins Auge zu fassen, wann diese hypothetischen Kreuzungen stattgefunden haben sollten und namentlich zwischen welchen Eltern? Auf die erstere Frage lautet die Antwort: zur Zeit des allerersten Auftretens der neuen Arten, oder in der Prämutationsperiode, wie diese Zeit im ersten Bande genannt wurde. Alles was nachher geschehen ist, ist offenbar sekundär, denn es handelt sich ja nicht darum, wie die neu entstandenen, vorläufig noch latenten Eigenschaften ans Licht treten, sondern wie sie selbst im Anfang gebildet worden sind. Dass zwischen mutierten und nichtmutierten Sexualzellen Kreuzungen vorkommen müssen, wurde bereits oben erörtert, welche Folgen sie haben werden, ließ sich unmittelbar aus den Experimenten ableiten. Ob irgend eine neue Mutante aus der Verbindung zweier, in bezug auf ihr Merkmal unter sich verschiedener Eizellen entstanden ist, ist offenbar nicht die Frage, um die es sich handelt, denn dabei wird die Existenz der betreffenden neuen Art schon vorausgesetzt.

Welche Arten können wohl durch etwaige Kreuzungen die Mutabilität der *O. Lamarckiana* bedingt haben? Kann überhaupt Mutabilität durch Kreuzung erzielt werden? Dieses letztere ist sehr unwahrscheinlich, weil in den zahlreichen mit verwandten Arten aus der Untergattung *Onagra* ausgeführten Hybridisierungsversuchen sich eine solche Mutabilität nie, auch nicht spurweise ergeben hat. Die Vermutung bleibt also eine willkürliche Hypothese. Die einzige Annahme, welche vielleicht noch logisch zu verteidigen wäre, wäre die Behauptung, dass meine sämtlichen neuen Arten gar nicht neu sind, sondern bereits irgendwo in Nord-Amerika im Freien wachsen oder gewachsen sind. Doch hat sie dort noch keiner gefunden. Um dann ihre erblichen Eigenschaften auf die *Lamarckiana* zu übertragen, müssten sie nacheinander mit dieser gekreuzt worden sein, vielleicht zuerst *gigas* und *rubrinervis*, dann *lata*, *nanella*, *oblonga* und *albida*, nachher *scintillans*, *elliptica*, *semilata*, *leptocarpa* u. s. w. Wäre dann in jeder Kreuzung in der *Lamarckiana* ein Rest geblieben, und könnte dieser Rest gelegentlich zu einer Mutation führen, so würde die Reihe der Hypothesen vielleicht wohl ausreichen, um die beobachteten Erscheinungen zu erklären. Aber alle diese Vermutungen wären nur aus der Luft gegriffen; auf Tatsachen stützen sie sich nicht. Vielmehr sind sie mit solchen fast überall in Widerspruch. Und jedenfalls ist das System dieser Hypothesen ein so kompliziertes, dass es bei einer eingehenden Kritik, wie mir scheint, wie von selbst in sich zusammenstürzt.

Verbänderungen. Unter Vorführung einer langen Reihe von Beispielen, an denen namentlich die äußerlich sichtbaren, so

sehr reichhaltigen Erscheinungen der Verbänderung erörtert werden, wird der Nachweis geführt, dass überall, wo äußere Einflüsse Fasziationen, oder Anomalien im allgemeinen hervorrufen, die latente Anlage dazu vorhanden sein muss. Günstige Lebensbedingungen erwecken diese dann zur Aktivität. Ebenso sind die Atavisten oder unverbänderten Exemplare der Rasse nur in morphologischer Hinsicht als Rückschläge zu betrachten. In ihrer Bedeutung für die Vererbung der Verbänderung stehen sie aber den besten Erben der Rasse nur wenig nach. In bezug auf diese Erblichkeit verhalten sich diese Fasziationen wie die oben besprochenen trikotylen Rassen. Es gibt unter ihnen Halbrassen und Mittelrassen, die letzteren kommen im Freien und in den Gärten (mit Ausnahme der *Celosia cristata*) nicht rein vor, können aber leicht aus ihren Gemischen mit der Mutterart isoliert werden. Die isolierten Mittelrassen pflegen zur kleineren Hälfte aus verbänderten, zur anderen aus normalen Exemplaren zu bestehen, doch hat hierauf die Lebenslage, und namentlich die Exposition und die Düngung, einen sehr großen Einfluss.

Die *Celosia cristata* oder der Hahnenkamm eignet sich zu wichtigen Selektionsversuchen. Durch Auswahl der schönsten Exemplare lässt sie sich nicht mehr verbessern, sondern nur auf der erreichten Höhe erhalten. Durch Auswahl der Atavisten lässt sie sich nicht von ihren Verbänderungen befreien, sogar nicht einmal in die entsprechende Halbrasse überführen, stets kehrt sie bei Aussaat zum Teil wieder zum verbänderten Typus zurück.

Zwangsdrehungen verhalten sich, trotz ihrer viel größeren Seltenheit, im Grunde genau so wie die Fasziationen. Sie entstehen durch den Verlust der Dekussation, und kommen also nur bei Arten mit dekussierter bezw. kranzweiser Blattstellung vor. Man findet von ihnen Halb- und Mittelrassen, muss die letzteren aber erst aus den betreffenden Gemischen isolieren.

Solches gelang bei *Viscaria oculata*, *Dianthus barbatus* und namentlich bei *Dipsacus sylvestris*, dessen zwangsgedrehte Mittelrasse seit 1885 in neun zweijährigen Generationen erzogen wurde, und sich, trotz schärfster Auslese gar nicht verbessern ließ, sondern nur konstant erhielt. Sie bringt im Mittel etwa 40 % gedrehter Hauptstämme hervor, ist aber in dieser Beziehung, wie sonst, von der Lebenslage in hohem Grade abhängig. In der achten und neunten Generation wurde ein Versuch über die Erblichkeit der Atavisten, bei isolierter Blüte gemacht. Ihre Nachkommenschaft enthielt 44 % gedrehter Stämme, während die besten Erben unter den gedrehten Individuen des vorigen Jahres deren nur 41 % gaben. Von einem Austreten der Atavisten aus der Rasse, bezw. von einem wirklichen Verschwinden der Anomalie, kann somit nicht die Rede sein.

Oenothera cruciata varia ist eine der wilden amerikanischen Spezies *O. cruciata* ähnliche, aber gerade im Speziesmerkmal veränderliche Form. Ihre Blumenblätter sind grünlichgelb, klein und lineal und zeigen manche Eigentümlichkeiten des Kelches. Die Anomalie kann als Sepalodie aufgefasst werden. Die Variabilität zeigt sich in dem gelegentlichen Auftreten von Atavisten und von Zwischenformen. Diese Variabilität erhielt sich bei der Kreuzung dieser Form mit anderen, in bezug auf die Form der Blüten durchaus konstanten Arten, wie *O. Lamarckiana*, *O. lata* und *O. biennis*. Die sehr ausgedehnten diesbezüglichen Versuche lehrten, wie vorsichtig man sein muss, wenn man große Variabilität als eine Folge einer Kreuzung betrachten will, denn hier ließ sich der wirkliche Ursprung nur durch die genaue Buchhaltung über alle früher kultivierten Generationen nachweisen.

Die Erklärung der Anpassungen.

Die Mutationslehre betont gegenüber der jetzt herrschenden Selektionslehre die hohe Bedeutung der sprungweisen oder stoßweisen Änderungen und betrachtet nur diese als artbildend. Sie stützt sich dabei einerseits auf die direkte Beobachtung des Mutationsvorganges bei den Oenotheren und einigen anderen Gattungen und auf die Erfahrungen der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Praxis. Diese beweisen aber nur das sehr allgemeine Vorkommen von stoßweisen Entstehungen von Arten und Varietäten. Die Behauptung, dass nur solche artbildend sind, beruht andererseits auf dem Nachweis der Unfähigkeit der fluktuierenden Variabilität zur Erzeugung von konstanten und der fortgesetzten Selektion nicht mehr bedürftigen Rassen, sowie auf den Erfahrungen der elementaren Bastardlehre, welche überall bestimmte Einheiten als den Erscheinungen zugrunde liegend erkennen lassen.

Diese Behauptung wird ferner gestützt durch eine kritische Zusammenstellung der Ansichten anderer Schriftsteller, sowie durch eine Reihe von neuen, in den letzten Jahren von verschiedenen Forschern zusammengebrachten Mutationen. Stoßweise Änderungen von verschiedenen Getreidesorten, von *Beta patula*, *Iris pallida*, *Capsella*, *Viola tricolor*, *Tropaeolum*, *Prunus maritima*, *Phaseolus lunatus*, *Succisa*, *Hibiscus moschatos*, *Euphorbia*, *Ipecacuanha*, *Sarothamnus scoparius* und *Lupinus arboreus* werden aufgezählt, und diesen könnten noch mehrere andere beigefügt werden, wie z. B. *Xanthium Wootoni*, welches von Cockerell in Neu-Mexiko beobachtet wurde und das sich durch die starke Reduktion der Anzahl der Stacheln des Involukrums unterscheidet von der Art, aus der es entstand, dem *Xanthium commune* (= *X. canadense*).

Eine weitere Stütze findet der erwähnte Satz in einer kritischen Betrachtung der Erklärung der Anpassungen. Manche dieser wer-

den von der Selektionslehre und von der Mutationstheorie mit gleicher Leichtigkeit bezw. Schwierigkeit unserem Verständnisse näher gebracht, bei manchen anderen stößt aber die erstere auf Widersprüche oder erfordert Hilfshypothesen, welche die neue Theorie von selbst umgeht. Der Verfasser geht nicht auf die zahlreichen einzelnen Fälle ein, sondern hebt nur einige Punkte hervor, welche die Schale zugunsten seiner Ansicht zum Durchschlagen bringen dürften. Zunächst ist die fluktuierende Variabilität linear und in ihrer Leistungsfähigkeit streng begrenzt, sie kann nichts wesentlich Neues hervorbringen, und auch gegebene Eigenschaften nicht in jedem beliebigen Grade steigern oder vermindern. Auf die Erklärung der von der Theorie geforderten allseitigen Variabilität muss die herrschende Ansicht verzichten, während die Mutationslehre diese einfach als Beobachtungstatsache verwenden kann. Die ersten ganz kleinen Anfänge neuer Merkmale bieten der natürlichen Auslese kein Zuchtmaterial, sie sind im Kampf ums Dasein ohne Bedeutung. Nach der Mutationstheorie bestehen jene ganz langsamen Übergänge, jene äußerst kleinen Vorzüge einfach nicht, da die Eigenschaften plötzlich und in voller Ausbildung ans Licht treten. Diese große Schwierigkeit der Selektionslehre fällt hier einfach weg. Letztere Lehre erklärt zwar die nützlichen, nicht aber die unnützen oder schädlichen Eigenschaften, während die neue Theorie gerade davon ausgeht, dass die Artbildung eine richtungslose sei, dass also Abweichungen jeder Natur vorkommen können. Und der Kampf ums Dasein, dieses große Sieb, merzt nur diejenigen aus, welche ganz bestimmt für die Erhaltung der betreffenden neuen Art nachteilig sind.

Übrigens brauche ich hier auf diese wichtige Seite der Frage nicht weiter einzugehen. Denn dieselbe Gedankenreihe ist inzwischen von einem amerikanischen Schriftsteller in so überzeugender und so anziehender Weise behandelt worden, dass fast für alle Einzelfälle der Anpassungen, sowohl bei Tieren als bei Pflanzen die Unzulänglichkeit der herrschenden Lehre einleuchten muss. Th. Hunt. Morgan hat in seinem Buche über Entwickelung und Anpassung[1]) erstens alle bis jetzt vorgeführten einschlägigen Theorien einer sehr ausführlichen Kritik unterzogen, und ferner die Leistungsfähigkeit der Selektions- und der Mutationslehre für die Erklärung einer langen Reihe von Beispielen genau verglichen. Überall kommt er zu dem Schluss, dass die Mutationslehre die der Selektionslehre so zahlreich entgegenstehenden Schwierigkeiten entweder überwindet, oder doch wenigstens umgeht.

---

1) Th. Hunt. Morgan, Evolution und Adaptation, New-York, Mac Millan Co. 1903.

Intrazellulare Pangenesis.

In einer kleinen, unter diesem Titel im Jahre 1889 erschienenen Schrift hatte der Verfasser die Prinzipien auseinandergesetzt, welche ihn zu den jetzt teilweise abgeschlossenen Versuchen geleitet haben. Diese Prinzipien haben dabei nur auf wenigen untergeordneten Punkten eine Änderung erlitten; im wesentlichen wurden sie durch die Versuche und das inzwischen auch von anderer Seite angehäufte Tatsachenmaterial bestätigt. Sie schließen sich an Darwin's provisorische Hypothese der Pangenesis an, indem sie davon denjenigen Teil, der von dem Transport der Keimchen handelt und der stets die meisten und heftigsten Gegner gefunden hat, durchaus verwerfen. Dann bleibt aber ein Kern übrig, der es uns gestattet, uns über die stofflichen Träger der erblichen Eigenschaften eine ganz bestimmte Vorstellung zu machen. Diese Vorstellung wird allerdings in dem zweiten Bande nicht ausgearbeitet, da in diesem Werke überhaupt von dem Baue der Zellkerne und des Protoplasmas keine Rede ist. Die Beziehungen der Pangenesislehre zu den chromatischen Bestandteilen des Kernes findet man in einer kleinen, nahezu zu derselben Zeit erschienenen Schrift besprochen [1]).

Die intrazellulare Pangenesis des Verfassers unterscheidet sich von Darwin's Hypothese vorwiegend dadurch, dass nicht die morphologischen Elemente, wie die Körperteile und Gewebe, oder die Zellen und ihre sichtbaren Organe die Einheiten sind, sondern die physiologischen Eigenschaften, wie ich dieses bereits im Anfange dieses dritten Teiles erörtert habe. Jede Eigenschaft, welche unabhängig von anderen variieren kann, muss an einen besonderen stofflichen Träger gebunden sein. Demgegenüber sind Merkmale, welche stets zusammen variieren, welche bei den Kreuzungen sich nicht in Komponenten zerlegen lassen und bei Mutationen plötzlich und als Ganzes auftreten bezw. verschwinden, als Äußerungen derselben inneren elementaren Eigenschaft zu betrachten.

Die stofflichen Träger dieser Eigenschaften werden als Pangene bezeichnet. Sie sind kleiner als die kleinsten Teilchen, welche das Mikroskop uns augenblicklich im Chromatin der Kerne zu unterscheiden gestattet, aber nicht viel kleiner. Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass weitere Verbesserungen unserer optischen Hilfsmittel sie wenigstens in bestimmten Fällen sichtbar machen werden; vielleicht gelingt es später sogar direkt mit ihnen zu experimentieren. Einstweilen sind sie hypothetischer Natur. Es wird angenommen, dass das ganze lebende Protoplasma aus solchen Pangenen aufgebaut ist. Im Chromatin der Kerne sind Pangene anzunehmen, von denen jedes eine besondere Eigenschaft

---

1) Befruchtung und Bastardierung, Ein Vortrag. Leipzig, Veit und Komp., 1903.

vertritt. Von diesen gibt es wenigstens ebensoviele als der betreffende Organismus elementare Eigenschaften (sowohl aktive als latente) besitzt. Ferner ist anzunehmen, dass sie wachsen und sich durch Teilung vermehren, eine einstweilen bei jeder Theorie erforderliche Grundannahme. Die Teilungsfähigkeit ist aber eine zweifache. Einerseits teilt sich ein Kern-Pangen in zwei ihm gleiche Teile behufs jeder Kernteilung. Andererseits spaltet es neue Pangene ab, welche aus dem Kern ins Protoplasma übertreten und sich dort unter starker Vermehrung an die Stelle begeben, wo sie funktionsfähig werden sollen. Einen solchen Übertritt von Chromatin aus den Kernen in das Cytoplasma hatte man bis vor kurzem noch nicht beobachtet, der erste Fall wurde im verflossenen Jahre von Concklin in der Ontogenese der Schnecken entdeckt. Die ausgetretenen Pangene sollen nach dieser Hypothese nie wieder in den Kern zurückkehren, dementsprechend müssen die Erscheinungen der Mutabilität und der Akkumulierung und Fixierung der fluktuierenden Abweichungen sich im Prinzip in den Kernen abspielen. Die Vermehrung der Pangene im Protoplasma muss sehr wesentlich von den Ernährungsbedingungen bestimmt werden, und dieses kann dazu führen für einen großen Teil der Fluktuationen, namentlich für die partiellen, eine Erklärung abzuleiten.

Verändertes numerisches Verhalten der Pangene ist somit die Grundlage der fluktuierenden Variabilität, Umlagerung der Pangene im Kerne bedingt die retrogressiven und degressiven Mutationen, während die Bildung neuer Arten von Pangene zur Erklärung der progressiven erforderlich ist (S. 693).

Aus diesen Sätzen erklären sich in sehr einfacher Weise die lineare fluktuierende Variabilität, die korrelative Variabilität, sowie die große Bedeutung der empfindlichen Periode der Entwickelung. Denn nur solange die Pangene sich kräftig vermehren, kann der Ernährungszustand des Individuums einen entscheidenden Einfluss auf diesen Prozess und somit auf die erst viel später äußerlich sichtbare Variabilität ausüben.

Die Periodizität der progressiven Mutationen. Weitaus die meisten Arten befinden sich augenblicklich in einem Zustande der Ruhe; sie mutieren nicht oder bringen doch nur ganz gelegentlich vereinzelte Varietäten hervor. Andere, wie die *Oenothera Lamarckiana*, sind gerade jetzt in Umwandlungen begriffen, noch andere deuten durch ihren Formenreichtum auf eine noch nicht seit langer Zeit verflossene Periode der Neubildung hin. Gerade diese vielförmigen Arten, wie *Draba verna*, wie das von Wittrock in seinen zahlreichen konstanten Unterarten untersuchte Stiefmütterchen (*Viola tricolor*), wie *Helianthemum*, *Rubus*, *Hieracium*, *Rosa* und so zahlreiche andere Beispiele, leiten uns über den Vorgang der Artbildung zu einer ganz bestimmten Vorstellung.

Alles deutet darauf hin, dass dieser Prozess nicht ein kontinuierlicher, sondern ein periodischer ist, dass in jedem Zweige des Stammbaumes Perioden der Umwandlung mit Perioden relativer Ruhe abwechseln. Je nachdem ein Typus augenblicklich in der einen oder in der anderen Periode sich befindet, finden wir die betreffende Art konstant oder mutierend. Und der Umstand, dass die meisten Arten augenblicklich konstant sind und nur wenige sich umgestalten, deutet darauf hin, dass die Ruhezeiten verhältnismäßig lang, und die Zeiten der Aktivität meist nur kurz anhalten. Wenigstens in der Jetztzeit; früher waltete das Leben wohl ganz anders und viel kräftiger als nun.

Die Beobachtungen an *Oenothera Lamarckiana* führen in ganz bestimmter Weise zur Annahme einer Mutationsperiode. Allerdings konnten weder der Anfang noch auch der Schluss davon unmittelbar beobachtet werden. Doch würde die Annahme, dass die jetzt waltende Periode keinen Anfang gehabt hätte, dazu leiten, zu folgern, dass alle Vorfahren der jetzigen *Oenothera*, von den ältesten Zeiten her in gleicher Weise mutabel gewesen wären, und eine solche Hypothese wäre doch wohl, angesichts der Seltenheit des Mutationsvorganges sogar unter den nächsten Verwandten der *O. Lamarckiana*, z. B. der *O. biennis* und der *O. muricata*, äußerst unwahrscheinlich. Und über das Ende des Mutationszustandes liegen insoweit Erfahrungen vor, dass die *O. brevistylis* seit dem Anfange der Versuche nicht mehr entsteht; das betreffende Umwandlungsvermögen ist somit verloren gegangen. Ebenso hat die *O. rubrinervis* die Fähigkeit eingebüßt, *O. nanella* hervorzubringen. Beide Erscheinungen beweisen ohne weiteres, dass der mutable Zustand nicht ein permanenter, sondern nur ein vorübergehender ist. Und von der ganzen langen Reihe von Varietäten in der wilden Natur und in den Gärten werden nur äußerst wenige auch jetzt noch von Zeit zu Zeit von der betreffenden Art neu hervorgebracht.

Nimmt man zur Erklärung der bei *O. Lamarckiana* beobachteten Erscheinungen eine Mutationsperiode an, so ist es leicht, für ihre Vorfahren einen hypothetischen Stammbaum zu entwerfen, der nach diesem Prinzipe gezeichnet ist (S. 701). Lamarck's Nachtkerze ist nach aller Wahrscheinlichkeit und jedenfalls nach den jetzt herrschenden systematischen Ansichten, aus der *O. biennis* hervorgegangen, und eine Reihe von systematischen Tatsachen deuten darauf hin, dass auch *O. muricata* und *O. cruciata* Abkömmlinge von *O. biennis* sind (S. 470). Wir werden dadurch aber zu der Annahme von einer jetzt erloschenen Mutationsperiode für die letztere Art geleitet, und die betreffenden Mutationen müssten dann in Nord-Amerika, vor der Einfuhr der Nachtkerzen in Europa und vielleicht vor langer Zeit stattgefunden haben.

Leider ist die geographische Verbreitung dieser Formen nur höchst ungenügend bekannt, und von einer genaueren Erforschung in Amerika dürften ohne Zweifel wichtige Schlüsse in dieser Richtung zu erwarten sein. Die Formengruppe der *O. biennis* oder die Untergattung *Onagra* darf wiederum als aus *Euoenothera* entstanden betrachtet werden, welche Gruppe selbst wiederum wohl nur ein Zweig der ganzen Gattung *Oenothera* ist. Somit gelangen wir schon zur Annahme von vier sukzessiven Mutationsperioden. Und da ihre jetzt lebenden Abkömmlinge, soweit bekannt, konstant und immutabel sind, so ist es am natürlichsten, anzunehmen, dass auch jene Perioden durch immutable Zeiten getrennt gewesen sind. Sonst käme man zu der Hypothese, dass einzelne Zweige des Stammbaumes fortwährend mutabel blieben, während andere von ihrem ersten Entstehen ab unveränderlich, und also von jeder weiteren Beteiligung am Aufbau des Stammbaumes von vornherein ausgeschlossen wären.

Im Anschluss an diese Erörterungen werden einige der wichtigsten paläontologischen Befunde, welche für eine periodische oder iterative Artbildung sprechen, kurz berührt. Namentlich Koken's Arbeiten sind in dieser Richtung wichtig.

Die Dauer des Lebens auf Erden. Schon zu Darwin's Zeiten wurde der Selektionstheorie der Vorwurf gemacht, dass die geologische Zeit bei weitem nicht ausreiche für die Entwickelung des ganzen Stammbaumes, wenn dieser Prozess so langsam voranschreiten sollte, wie es Darwin annahm. Nach den berühmten Untersuchungen Lord Kelvin's, nach den Berechnungen von G. Darwin, Eugène Dubois und mehreren anderen ist das Alter der Erde gar nicht ein so bedeutendes, als von biologischer Seite angenommen wurde. Etwa 20—40 Millionen Jahre bilden wohl die Grenze, zwischen denen die Dauer des Lebens auf der Erde liegt, und am wahrscheinlichsten darf man diese auf 24 Millionen Jahre schätzen.

Diese Klippe der Selektionslehre umgeht die Mutationstheorie in so einfacher Weise, dass sie bereits aus diesem Grunde als viel wahrscheinlicher gelten muss. Die einzelnen Mutationsperioden können ja ganz rasch aufeinander gefolgt sein. Nichts zwingt zu der Annahme, dass sie regelmäßig und stets durch viele Tausende von Jahren der Ruhe getrennt sein müssen. Wenigstens nicht in jenen Linien des Stammbaumes, welche augenblicklich zu den höchsten Graden der Differenzierung führen. Mag auch die *Lingula* und mögen die Diatomeen seit uralten Zeiten sich nahezu unverändert erhalten haben, dieses gibt uns deshalb noch keinen Maßstab zur Beurteilung der Vorgänge in den Richtungen eines kräftigen Emporarbeitens. Vieles spricht dafür, dass die einzelnen Mutationen anfänglich rascher aufeinander folgten als in den spä-

teren geologischen Perioden; wenigstens war um die Mitte der ganzen irdischen Lebenszeit die Organisation bereits so weit entwickelt, dass in den meisten Phylen nur noch untergeordnete Differenzierungen erforderlich waren, um die jetzige Höhe zu erreichen.

Wie dem auch sei, so steht der Unterschied zwischen beiden Theorien doch völlig fest. Die Selektionslehre erfordert fast unendliche Zeiten für die Entwickelung der Organismen, während für die Mutationslehre die Zeit durchaus genügt, welche die physikalische Geologie dem Leben zuweist (S. 707).

Die biochronische Gleichung. Die Mutationstheorie führt zu der Schlussfolgerung, dass die Eigenschaften der Organismen, da sie Einheiten sind, in jedem Individuum nicht in unbeschränkter, sondern im Gegenteil in genau bestimmter Anzahl vorhanden sein müssen. Allerdings fehlen uns vorläufig die Mittel und Methoden, sie zu zählen, aber die Vorstellung einer beschränkten, wenn auch vielleicht großen Zahl drängt sich jedem auf. Die Zunahme der Differenzierung beruht auf der Zunahme der Anzahl dieser Einheiten, jeder neue Schritt in der Richtung des Fortschrittes bedeutet die Erwerbung einer neuen Einheit. Die Anzahl dieser Einheiten wäre also, wenn man sie erkennen könnte, das genaue Maß für die Entwickelungshöhe, und in jedem einzelnen Ast des Stammbaumes ist ein um so höherer Grad von Vollkommenheit erreicht worden, aus je zahlreicheren Erblichkeitseinheiten die ganze Erbschaft des betreffenden Individuums zusammengesetzt ist.

Gerade bei solchen Betrachtungen, welche sich leicht weiter ausarbeiten lassen, zeigt es sich, wie die Mutationstheorie bestrebt ist, an die Stelle der sehr vagen Vorstellungen, welche uns die Selektionslehre über die phylogenetische Entwickelungsgeschichte bietet, bestimmte Größen zu stellen, mit denen man rechnen und arbeiten kann. Um die Masse der Erscheinungen zu beherrschen, muss man sie in einzelne Faktoren zerlegen. Die fast unendliche, nirgendwo unterbrochene Entwickelungslinie der Selektionstheorie entzieht sich fast überall der wissenschaftlichen Behandlung.

Die Anzahl der Einheiten, welche die Mutationstheorie fordert, ist keineswegs eine erstaunlich große. Denn dieselben Einheiten können in zahllosen Arten und größeren Gruppen wiederkehren. Eine einmal erworbene Eigenschaft kann unverändert auf alle Nachkommen vererbt werden. Die stofflichen Träger, welche die Bildung des Chlorophylls und die Zersetzung der Kohlensäure vermitteln, können in nahezu allen grünen Pflanzen als dieselben angenommen werden. Dasselbe gilt selbstverständlich von den anderen Eigenschaften. Je älter diese sind, auf um so zahlreichere jetzt lebende Arten können sie übertragen worden sein. Eine zusammengesetzte Eigenschaft kann dabei, durch die Entstehung neuer

Sorten von Pangenen an Zusammensetzung zunehmen, die elementaren Eigenschaften, aus denen sie aufgebaut war, bleiben aber nach der Theorie, im Laufe der ganzen geologischen Zeit, dieselben.

Es wäre vom höchsten Interesse, für eine gegebene Pflanze sich eine Vorstellung darüber bilden zu können, wie groß die Anzahl dieser Elemente, aus denen ihr Wesen aufgebaut ist, wohl ungefähr wäre. In dieser Richtung können wir aber nur einen allerersten Schritt machen. Es leuchtet ein, dass der fragliche Wert für die verschiedenen Arten ein sehr verschiedener sein muss, sehr gering für die niedrigsten einzelligen Wesen, sehr groß für die höchsten Grade der Differenzierung, für die Kompositen und Orchideen. Diese letzteren bilden die extreme Grenze, und auf sie richtet sich somit das Ziel der Betrachtung am ersten.

Um nun wenigstens vorläufig zu einer annähernden Vorstellung zu gelangen, muss man sich mit ziemlich groben Schätzungen genügen. Zwei Wege führen dazu, erstens der morphologische oder direkte Weg, und zweitens der geologische oder indirekte. Eine vollständige Umschreibung einer Pflanze würde die Merkmale der Haupt- und Unterabteilungen, der Klasse, Ordnung und Familie, der Gattung und der Art umfassen. Macht man den Versuch, eine solche Beschreibung in Faktoren zu zerlegen, so stößt man bekanntlich bald auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Unsere Kenntnis ist fast überall noch eine zu dürftige. Einige Hunderte von Faktoren zu isolieren gelingt meist leicht, zu einigen Tausenden die Analyse fortzuführen, wird vorläufig noch wohl nicht gelingen. Daraus entsteht aber die Überzeugung, dass es sich nicht etwa um Millionen von Faktoren handeln kann, dass mit einigen oder mehreren Tausenden von Einheiten die Grenze wohl erreicht sein wird. Die Komplikation der Organisation ist zwar eine große, keineswegs aber eine unabsehliche, und es handelt sich nur darum, den richtigen Hebel zu finden, der uns einmal die Zerlegung zu ermöglichen verspricht.

Auf geologischem Wege führt die folgende Betrachtung zu einem ziemlich gut übereinstimmenden Ergebnis. Wir nehmen an, dass die ganze Vorfahrenreihe eines Organismus abwechselnd Perioden der Umwandlung und Perioden der Ruhe durchlaufen hat. Der Einfachheit halber nehmen wir ferner an, dass in jeder Umwandlungsperiode ihre Organisation der betreffenden Richtung um eine Einheit emporgeschritten sei. Die betreffende Art besitzt dann so viele Erblichkeitseinheiten als ihre Vorfahren Mutationsperioden durchgemacht haben. Die Summe der Dauer dieser Perioden, vermehrt um die Länge der zwischenliegenden Ruheperioden, bildet dann die ganze Zeit, welche seit dem Anfange jener Entwickelungslinie verflossen ist. Und nehmen wir für alle Organismen einstweilen eine gemeinschaftliche Ab-

stammung, oder doch einen Anfang zu derselben Zeit an, so ist jene Zeit der oben besprochenen biologischen Zeit, d. h. der ganzen Dauer des Lebens auf der Erde gleich.

Wir haben somit drei Größen, welche zueinander in einem bestimmten Verhältnis stehen. Die Anzahl der Mutationsperioden, multipliziert mit ihrer mittleren Dauer (für Umwandlungs- und Ruheperioden jedesmal zusammengerechnet) muss der biologischen Zeit gleich sein. Diese stellen wir auf 24 Millionen Jahre, und damit sind offenbar den beiden anderen Werten ihre ganz bestimmten Schranken angewiesen.

Zusammenfassend gelangt der Verfasser zu der folgenden Übersicht (S. 714):

Die Anzahl der elementaren Eigenschaften einer höheren Pflanze, d. h. also der Mutationen, welche ihre Vorfahren von Anfang an durchlaufen haben, ist am wahrscheinlichsten auf einige wenige Tausende zu stellen.

Die mittleren Zeitintervalle zwischen zwei aufeinanderfolgenden Mutationen sind gleichfalls auf einige wenige Jahrtausende zu schätzen. Daraus ergibt sich, dass für die große Entwickelung des Pflanzenreiches und auch wohl des Tierreiches eine Zeitdauer von einigen Millionen Jahren wohl ausreicht, oder mit anderen Worten:

Die Mutationslehre bedarf einer längeren Dauer des Lebens als der von Lord Kelvin auf 24 Millionen Jahren geschätzten nicht.

Diese Sätze können wir in einfachster Weise zusammenfassen, wenn wir sagen, dass das Produkt aus der Anzahl der elementaren Eigenschaften eines Organismus und dem mittleren Zeitintervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden progressiven Mutationen bei seinen Vorfahren der biologischen Zeit gleich ist. Nennen wir die Anzahl der Mutationen M, die Länge der Zeitintervalle L und die biologische Zeit Bz, so haben wir also

$$M \times L = Bz.$$

Diese Gleichung wird die biochronische genannt. Ihr Zweck ist, dazu beizutragen, die Bedeutung der elementaren Einheiten der Organismen klar zu machen, und diese dadurch immer mehr in den Vordergrund des Interesses und der Forschung zu bringen.

Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebezellen.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von Richard Goldschmidt.

(Aus dem Zoologischen Institut München.)

In folgendem soll kurz über einige Ergebnisse von allgemeinerem histologischen, speziell cytologischen Interesse berichtet werden, zu denen mich histologische Studien an unseren gewöhnlichen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: 24

Autor(en)/Author(s): Moll J. W.

Artikel/Article: Die Mutationstheorie. 225-241