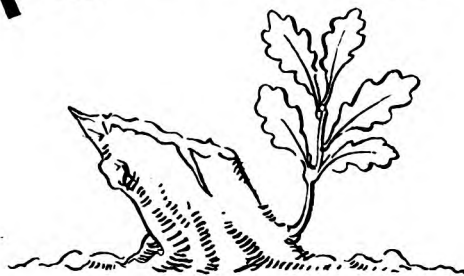


BOTANISCHES ARCHIV



ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE BOTANIK.
HERAUSGEBER DR. CARL MEZ,
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT
KOENIGSBERG.

16. BAND HEFT 1-6 AUSGEGEBEN AM 15. NOV. 1926.

Verleger und Herausgeber: Prof. Dr. Carl Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt der Zeitschrift betreffenden Zusendungen). - Commissionsverlag: Verlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift). - Alle Rechte vorbehalten. - Copyright 1926 by Carl Mez in Königsberg.

Die Bedeutung der Sero-Diagnostik für die stammesgeschichtliche Forschung.

Von CARL MEZ (Königsberg Pr.)

I. THEORETISCHE GRUNDLAGE DER EXPERIMENTELLEN SYSTEMATIK.

A. EIWEISS-KONSTITUTIONEN ALS BASIS DER MORPHOLOGISCHEN UND PHYSIOLOGISCHEN ERSCHEINUNGEN.

Dass alle Eigenschaften der Organismen durch deren "lebendige Substanz" bedingt werden, ist eine anerkannte Selbstverständlichkeit. Im Begriff der "Art-Zelle" (O. HERTWIG) hat diese Erkenntnis ihre prägnante Zusammenfassung erhalten.

Aus diesem Begriff der "Art-Zelle" folgt ein gewisses Beharrungsvermögen der Zusammensetzung der lebendigen Substanz während der Ontogenie der Organismen. Es folgt daraus also, dass im Verlauf der Entwicklung des Einzel-Organismus gleichartige und gesetzmässige Änderungen der lebenden Substanz erfolgen, die wir in den Reife- und Alters-Erscheinungen wiedergespiegelt sehen. Da wir in der Botanik dem Satz PFEFFERS folgend, dass (abgesehen von wenigen Spezialzellen) jede lebende Zelle potentielle Gesamtbefähigung besitzt, die bei den mittelhohen und hohen Tieren gültigen Keimbahn-Vorstellungen (WEISMANN) abzulehnen gezwungen sind, kommen wir zum Schluss, dass die bei den Reife- und Alterserscheinungen zutage tre-

Am 16. Nov. 1926

tenden Veränderungen der lebenden Substanz nur ganz minimaler Natur sein können. Daraus folgt der Satz, dass die für unsere experimentellen systematischen Forschungen massgebenden Serum-Reaktionen sich im Verlauf der Ontogenie nicht (erkennbar) verändern können. Tatsächlich lieferten die untersuchten Haplophasen der Farne (Sporen) und deren Diplophasen (Wedel) absolut identische Serum-Reaktionen. Auch zeigte sich in einer übergrossen Zahl bei Blütenpflanzen durchgeführter Untersuchungen, dass irgendwelche Reaktions-Differenzen zwischen vegetativen Organen (z.B. Blättern) und reproduktiven Organen (z.B. Samen) in keiner Weise bestehen. - Die den Alters-Erscheinungen notwendiger Weise zugrunde liegenden Veränderungen der lebendigen Substanz sind demnach so geringfügig, dass sie mit den durch Variation entstandenen quantitativ nicht verglichen werden können.

Dasselbe gilt bezüglich der Phylogenie von allen in genetischem Zusammenhang stehenden Erscheinungs-Formen der Organismen, die nicht durch Variation verändert sind. An sich haben wir daran festzuhalten, dass nicht die Vererbung der Eigenschaften das grosse biologische Rätsel darstellt, denn sie folgt aus dem Identitätssatz, sondern die Variation. - Schon daraus geht die Richtigkeit dieser Stellungnahme hervor, dass alle Erkenntnisse über Vererbung durch die Untersuchungen über die Überlieferung mehr oder weniger auffallender Variationen an die Nachkommenschaft gewonnen sind.

Suchen wir uns eine entfernte Vorstellung von der Variation der Organismen, diesem Grundproblem jeder phylogenetischen Systematik, zu gewinnen, so werden wir auf die Variationsmöglichkeit der lebendigen Substanz zurückzukommen haben.

Aus nachher darzulegenden Gründen vermuten, wie dies die Vererbungs-Forscher tun, auch wir Sero-Diagnostiker die Träger der Eigenschaften in dem Eiweiss der Zellkerne. Nun wissen wir, dass die chromatische Substanz besteht aus: Eiweissstoffen mehr saurer Natur; Eiweiss-Substanzen mehr alkalischer Natur; Kohlenhydraten; Phosphorsäure-Resten; Eisen-Verbindungen; Xanthin- oder Pyrimidin- und Glyoxalin-Basen. Auch ohne auf die Tautomerien der letzteren Verbindungen, welche eine ganz unglaubliche Labilität begründen, hinzuweisen, fällt die unvorstellbar grosse Komplexität eines einzigen Chromatin-Moleküls in die Augen.

Nehmen wir, um nur die zuerst genannten Eiweiss-Stoffe herauszugreifen, ein Beispiel derselben, Serum-Albumin (10166) oder Haemoglobin (16669), so stellen die in Klammer geschriebenen Zahlen deren Molekular-Gewichte dar.

Ist, wie dies uns die Atom-Theorie lehrt, jedes Atom eine bewegte Welt für sich; sind die Moleküle durch Kraftlinien zusammen gekettete, aber gleichfalls gesetzmässig bewegte Atom-Anhäufungen, so kann ein einfaches Eiweiss-Molekül nur mit einem Bienenstock verglichen werden. Vervollständigen wir unsere Vorstellung durch die Überlegung, dass, wie oben angegeben, diese Bienenstöcke mit so vielen anderen, und zwar andersartigen, im Chromatin-Molekül zusammengefasst sind, so wird man eine entfernte Vorstellung von den Bewegungs-Vorgängen erhalten, die im Innern eines einzigen Chromatin-Moleküls vorhanden sein müssen.

Wir brauchen diese Ableitung, um das Gesetz der Variabilität unserer Vorstellung näher zu bringen. Nehme ich nur 100 gleiche Kugeln und schüttele dieselben, so ist die Zahl der möglichen verschiedenen Lagerungen = $100 \text{ Fak.} = \text{ungefähr } 35^{100}$. Aus der Überlegung, dass die Eigenschaften der Organismen abhängig sind von deren lebendiger Substanz folgern wir, dass abweichende Eigenschaften im einfachsten Fall auf andersartiger Lagerung der Teilchen der lebendigen Substanz beruhen können. So weit eine experimentelle Stützung dieses Satzes möglich ist, wurde sie durch die Vererbungs-Analyse, insbesondere durch die Untersuchungen MORGANs geliefert. Wir sind uns dessen bewusst, dass stereometrische Verschiebungen in den die lebendige Substanz zusammensetzenden Teilchen stets auch qualitative Änderungen zur Folge haben werden.

Diese Überlegungen sollen hier nicht in weiteren Konsequenzen dargestellt werden: es kam hier einzig darauf an, zu zeigen, dass die Komplexität des Chromatin-Moleküls notwendiger Weise zur Folgerung einer enormen, die Eigenschaften der Organismen beeinflussenden Variabilität führen kann.

Oben bereits wurde angedeutet, dass die Variation der Organismen das Grund-

problem unserer hier zunächst anzustellenden Erwägungen darstellt. Da mit der Frage nach der Veränderlichkeit der organischen Formen weitgehende Probleme der biologischen Entwicklung verknüpft sind, ist es nicht zu verwundern, dass darüber bestimmt formulierte Anschauungen bereits existieren. Die allgemein bekannte Tatsache ist, dass die phylogenetische Entwicklung vom Einfachen zum Komplizierteren gegangen ist. NAEGELI hat dafür sein "komplikatorisches Prinzip" aufgestellt indem er in die Organismenwelt ein "Prinzip", wir können auch sagen eine "Tendenz" zur Höherentwicklung legte. Dass derartige "naturphilosophische" Anschauungen (die bei einem so klar auf mechanistischem Boden stehenden Forscher, wie dies NAEGELI war, überraschen müssen) nicht befriedigen können, versteht sich von selbst. Jedes "Prinzip", jede "Tendenz" stellt die Einführung metaphysischer Entwicklungsgründe dar und hemmt die Forschung.

Auch bezüglich der neuesten durch ROSEN erfolgten Wiederbelebung des "komplikatorischen Prinzips" werden wir uns nicht viel anders stellen können. ROSEN geht zwar, gleich uns, von der enormen Komplexität der lebenden Substanz aus, aber er möchte, gleich NAEGELI, die Mechanik der Entwicklung allein oder doch wesentlich in der Richtung eines Fortschritts der Organisation gehen sehen. Und wenn man solche Vorstellungen hat, braucht man eben die Metaphysik, d.h. den auf den Fortschritt gerichteten, von aussen kommenden Impuls. Die einzige mechanistisch brauchbare Erklärung der Denkbarekeit einer auf den "Fortschritt" gerichteten Variation hat ROSEN nicht einmal angedeutet: Man könnte sich wohl die Variation der Chromatin-Bestandteile als Stereo-Synthese vorstellen, bei welcher, bedingt durch bereits vorhandenen stereischen Bau, die Weiterentwicklung (Komplikation) in einseitiger Richtung stattfinden könnte. Das Analogon des Wachstums von Kristallen liegt hier auf der Hand. - Man könnte diese Vorstellung in der Weise begründen, dass die im Chromatin vorhandenen stereischen Verhältnisse den Ansprüchen der Lebenserhaltung tatsächlich entsprachen und deshalb auch bei ihrer stereisch gleichsinnigen Änderung wohl nicht funktionell unbrauchbare Variationen aus sich hervorgehen lassen werden.

Ich fürchte aber, dass derartige Anschauungen das Problem zu lösen nicht imstande sind. Die "organische Funktionsgemässheit" ist bekanntlich, um ZUR STRASSEN und JENSEN zu zitieren, das "Problem der Probleme" in der Biologie. Treten wir, selbst mit der soeben eingeführten Vorstellung einer durch stereische Verhältnisse gerichteten Variation, an die Sache heran, so wird bei den am strengsten stereisch sich entwickelnden Naturkörpern, den Kristallen, nur allein der Juwelier, nicht aber der Mineraloge die grossen Individuen für die besseren erklären. Und so sagt uns, stellen wir ähnliche Erwägungen bezüglich der Eiweisskörper an, keine Instanz, dass mit der, selbst gerichteten, "Komplikation" auch die funktionelle Verbesserung verknüpft sei. Und auf diese kommt es doch offenbar, wenn wir von dem "Fortschritt" der Organismen sprechen, allein an.

Es bleibt uns kein anderes vernunftgemässes Mittel, diesem Problem mechanistisch, also naturwissenschaftlich, näher zu kommen, als allein die Lehre DARWINs. Den Satz der Variation haben wir aus der enormen Komplexität der chromatischen Substanz leicht ableiten können. Dass diese Variation nicht einseitig (auf den "Fortschritt") gerichtet stattfindet, zeigt uns am besten die Entdeckung der "letaln Faktoren" bei der Vererbung, also die nun wohl bekannte Erscheinung, dass bei der Variation Abänderungen der lebenden Substanz auftreten können, die überhaupt nicht lebensfähig sind. Die Variation des Chromatins findet blind nach allen Seiten statt, Formen hervorbringend, die überhaupt nicht lebensfähig sind, ferner solche, die unter dem funktionellen Niveau der Eltern bleiben, solche welche dies funktionelle Niveau halten und solche welche es überschreiten. Das Leben sorgt automatisch für Elimination der nicht konkurrenzfähigen Formen. Ich bin mir dessen bewusst, dass ich mit dieser Stellungnahme "pro DARWIN" der weit verbreiteten Mode der Herabsetzung dieses grössten naturwissenschaftlichen Denkers und Forschers nicht folge. Aber seit einem Menschenalter beschäftige ich mich mit diesen Fragen; ich habe wohl alles durchgedacht, was pro und contra geschrieben ist. Ich verkenne auch nicht, dass erhebliche Einwände erhoben wurden, allein mir persönlich ist ein

naturwissenschaftliches Weltbild ohne oder gar gegen DARWIN nicht vorstellbar.

Geht das Gesetz der Variation und damit der phylogenetischen Entwicklung der Formenkreise auf das Eiweiss zurück, so werden wir wohl, wenn wir die Eiweisseigenschaften als Kriterium bei der Forschung anzuwenden vermögen, eine gewisse Aussicht haben, das Problem der phylogenetischen Verknüpfung der organischen Erscheinungsformen mehr an der Wurzel zu fassen, als dies beim Studium weiter abgeleiteter Wirkungen der lebendigen Substanz, nämlich der morphologischen Eigenschaften, möglich ist. Dieser Satz ist eine der Grundlagen der experimentellen Phylogenie. Sein Beweis kann allerdings allein auf induktivem Weg geführt werden.

Noch eine weitere Erscheinung, die wir beim Studium der Organismen als Gesetz erkannt haben, folgt ferner aus unseren Vorstellungen von der Komplexität des Chromatins: die Irreversibilität.

Bleiben wir bei dem oben angeführten Beispiel, dass auch nur 100 (wir wollen der Einfachheit wegen annehmen gleiche) kleinste Teilchen das Eiweissmolekül ausmachen sollen und dass dieselben, wie wir das Gesetz der Variabilität begründet haben, in irgend welche andere Anordnung gekommen seien, so lehrt uns die Wahrscheinlichkeitsrechnung, dass wir, angesichts der Zahl der vorhandenen Möglichkeiten von 35^{10} dieses System von nur 100 Einzelteilen jede Sekunde einmal schüttelnd, nicht in 10 Trillionen Jahren wieder zu der ursprünglichen Lagerung zurückkommen. Die Wahrscheinlichkeit der Reversibilität ist also schon hier, noch viel weniger beim Chromatin-Molekül, überhaupt nicht gegeben.

Es ist bekannt, dass die morphologisch-phylogenetische Forschung an zwei Klippen nur allzu leicht scheitert und dass alle ihre Folgerungen unsicher werden durch die wohlbekannten Erscheinungen der Reduktion und der Konvergenz. Wir können uns auf die erfahrensten Systematiker als Zeugen dafür berufen, dass jede morphologische Systematik Sache des "Gefühls" ist. Zwar wird durch intensive Beschäftigung mit dem jeweiligen Formenkreis dies "Gefühl" für phylogenetische Zusammenhänge geschärft, aber die Beweisbarkeit der Ergebnisse fehlt selbst im besten Fall. Dies ist der Grund, weswegen so viele (speziell kausal denkende) Köpfe sich von der Systematik zu logisch befriedigenderen Disziplinen der Biologie gewendet haben, weswegen eine neuere Variante der Systematik, die experimentelle Vererbungs-Forschung, ihren grossen und wohlverdienten Triumph feiert.

Ziehen wir aber aus der Erkenntnis der Irreversibilität der Variationen der lebendigen Substanz die notwendigen Folgerungen, so sehen wir, dass die beiden Klippen, Reduktion wie Konvergenz, offenbar für das Chromatin nicht vorhanden sind. Nach der mathematischen Sicherheit unserer Ableitung ist in Trillionen von Jahren die frühere Eiweissbeschaffenheit, wenn sie sich einmal geändert hat, wahrscheinlich nicht wieder erlangbar. Jede Reduktion stellte nur einen auf Vereinfachung gerichteten, durch die Lebensbedingungen verlangten Fortschritt dar, wie jede Konvergenz, da der Inanspruchnahme durch die Aussenwelt jeweils nur einsinnig in bester Weise nachgekommen werden kann (PFEFFER) einen in äusserlichen Ähnlichkeiten sich manifestierenden Fortschritt darstellt.

Ich bitte, diese Sätze so scharf aufzufassen, wie sie hier formuliert sind. Wenn es gelingt, das Eiweiss selbst über seine Abstammung "zum Sprechen zu bringen", so wird es uns die Wahrheit über die zwischen den biologischen Erscheinungsformen bestehenden Unterschiede und über deren Zusammengehörigkeit sagen.

Es ist selbstverständlich, dass die experimentelle Systematik, welche mit der Sero-Diagnostik arbeitet, von Forschern der alten Schulen nicht mit allzu grosser Begeisterung begrüsst wurde. Die Untersuchungs-Methode ist nicht auf den ersten Blick übersehbar, sondern fordert besondere und andersartige Vorkenntnisse. Auch haben sich in der Auffassung der phylogenetischen Verknüpfung der Pflanzen Reihen eine Anzahl von Differenzen ergeben, welche dem autoritativen Spruch der bisherigen Mehrheit widerstreben. - Da nun aber der grösste Teil der sero-diagnostischen Ergebnisse vortrefflich zum morphologischen System passt (wir haben im Beginn unserer Forschung aus diesen Übereinstimmungen die Folgerung abgeleitet, dass die Methode überhaupt zutreffende Ergebnisse liefert); da ferner einzelne der von der experimentellen Systematik erarbeiteten Daten der einen Partei (z.B. Stellung der

Balsaminaceae: ENGLER), oder der anderen (z.B. Stellung der *Primulales*: WETTSTEIN) besonders gut gefällt, so ist nirgends davon die Rede, dass die Sero-Diagnostik völlig abgelehnt wird. Nur möchten die Autoren der alten Schule das ihren Anschauungen konforme gerne annehmen, das Abweichende dagegen verwerfen. Sie übersehen, dass alle unsere Ergebnisse auf demselben Weg gefunden sind und dass, wenn unser Weg als überhaupt gangbar anerkannt wird, es allein statthaft ist, missliebige Ergebnisse im Einzelnen dadurch zu beseitigen, dass Fehler bei ihrer Erarbeitung nachgewiesen werden.

Es war bisher, weil infolge von Reduktion resp. Konvergenz die gesamte Systematik "Gefühlssache" gewesen war, in diesem Zweig der botanischen Wissenschaft Brauch gewesen, die Forschungs-Ergebnisse nach Gutdünken zu werten. Denn alle waren relativ. Nun tritt zum ersten mal eine Richtung auf, die von ihren Ergebnissen behauptet, dass sie nicht relativ seien, also (im Zweifelsfall) grössere Beweiskraft besitzen als die anderen systematischen Forschungs-Zweige, nämlich die äussere und innere Morphologie sowie die Entwicklungsgeschichte.

Unsere experimentelle Systematik macht den Anspruch, das ausserhalb der Morphologie gelegene Bezugs-System zu bilden, von dem aus die Entscheidung möglich ist, wie die morphologischen Gedankengänge gelesen werden müssen, auch welche davon richtig und welche falsch sind. - Das hat, begreiflicher Weise, starken, aber bereits mehr und mehr abflauenden Widerspruch gefunden; man will der Sero-Diagnostik (es geht nicht mehr anders) gern den Rang eines Forschungs-Zweiges gleicher Dignität einräumen, aber unter keinen Umständen ihr einen Vorrang zugestehen.

B. UNTERSUCHUNGEN BETREFFEND DIE THEORETISCHEN GRUNDLAGEN DER EXPERIMENTELLEN BOTANIK.

1. Convergenz und Reduktion.

Man sucht zu dem soeben angegebenen Zweck auch die Sero-Diagnostik zu relativieren, wie die anderen Forschungsmittel der Systematik relativiert sind. Dies geschieht, indem man den Gedanken der Eiweiss-Reduktion und besonders der Eiweiss-Konvergenz einführt. Damit werden die beiden Klippen, an denen die Morphologie scheitern kann, auch für uns postuliert.

Von vorneherein ist zuzugeben, dass die Gedanken von Eiweiss-Konvergenz und -Reduktion viel Bestechendes haben. Wenn wir, wie dies tatsächlich geschieht, in der morphologischen Gestaltung nur die Auswirkung von Eiweiss-Konstitutionen sehen, so liegt es nahe, bei konvergenz gleicher äusserer Ausbildung auch auf Konvergenz der Eiweiss-Stoffe zu schliessen.

Zwar haben wir oben mathematisch abgeleitet, dass Eiweiss-Konvergenz und -Reduktion völlig unmöglich sind, aber ich kenne keine Wissenschaft, die so absolut dem Autoritäts-Glauben abgeneigt ist, wie die Botanik. Nur die Induktion hat bei uns elementare Beweiskraft.

Sehr überzeugend sprach gegen die Möglichkeit der Eiweiss-Konvergenz zunächst die Tatsache, dass wir bei weiter und weiter fortschreitender Forschung auch nicht das geringste Anzeichen einer solchen in unserer Stammbaum-Figur erkennen konnten: die Linien der Deszendenzen entfernten sich bei weiterer Entwicklung immer weiter von einander. Je weiter wir auf den Ästen des Stammbaums vorrückten, um so weniger wurden anderen Ästen angehörige Formenkreise durch die Reaktionen erreicht. Wären irgendwo, bei äusserlich konvergenter Formen-Gestaltung (z.B. *Valerianaceae* - *Umbelliferae*; *Dipsacaceae* - *Compositae*) Eiweiss-Konvergenzen aufgetreten, so hätten sie sich in Unregelmässigkeiten der Stammbaum-Zeichnung ausdrücken müssen. Dies ist nirgends der Fall gewesen.

Wir haben die Fragen nach Eiweiss-Reduktion und -Konvergenz aber auch mit speziellen Experimenten in Angriff genommen. Als sicher konvergent sind morphologisch festgestellt und bilden zugleich die Paradigmata für Konvergenz: *Equisetum* - *Ephedra-Casuarina*; *Cereus* - *Euphorbia* - *Stapelia* - *Cactaceae* - *Mesembrianthemum*. Auch noch viele andere, weniger in die Augen springende Fälle von Konvergenz wur-

den untersucht: in nicht einem einzigen Fall konnte auch nur eine Andeutung von Eiweiss-Konvergenz gefunden werden. Die Reaktionen fielen überall zwischen diesen sich so ähnlichen Pflanzenformen völlig negativ aus, stimmten aber mit den durch deren Blüten-Organen demonstrierten natürlichen Verwandtschaften (oder bei *Cactaceae-Mesembrianthemum* mit der Morphologie der Frucht-Organen dieser hauptsächlich in den Blüten "konvergenten" Formenkreise) absolut überein.

Dasselbe zeigte sich für die Reduktion bei der Untersuchung der äusserst reduzierten *Lemna*, deren thallöse Gebilde mit keiner Alge, keinem Lebermoos oder Farnprothallium, wohl aber mit der grossen Aracee *Monstera* ja selbst mit der Palme *Chamaerops* serologische Reaktionen gaben.

Stellen wir uns auf den oben abgeleiteten Standpunkt, dass biologische Reduktion kein Zurückschrauben der irreversiblen Entwicklung ist, sondern eine Fortentwicklung zum ökologisch bedingten Einfacheren, so wird uns das Ergebnis dieser Experimente nicht verwundern.

Wir haben diese Experimente auch nicht gemacht, weil wir an die Möglichkeit des Erfolges glaubten, sondern allein, um die Sicherheit des Irreversibilitäts-Satzes auch empirisch zu beweisen. Damit hoffen wir, die Vorstellungen von Eiweiss-Reduktion und -Konvergenz endgiltig abgetan und unsere experimentelle Systematik vor der Relativierung geschützt zu haben.

2. Die Träger der Reaktionen.

Der zweite geäusserte Einwand gegen die Bedeutung der Sero-Diagnostik besagt, dass wir garnicht wüssten, welche Eiweiss-Stoffe für die Verwandtschafts-Reaktionen bestimmend sind. Bei der Verwendung von Eiweiss-Auszügen zu unseren Versuchen arbeiten wir, wird uns gesagt, mit derart komplexen Körpern, dass diese völlig unübersehbar und demnach auch die Ergebnisse völlig unsicher seien.

Dieser Einwand hat in unserer Zeit der "kritischen" Wissenschaft wohl Aussicht bedeutend zu erscheinen, denn es ist völlig unleugbar, dass wir tatsächlich mit unübersehbaren Stoffen arbeiten. Hier werden wir zur Beweisführung der Ungültigkeit dieser Anzweiflung vom Erfolg unserer Untersuchungen ausgehen müssen. Wir haben (wie unten darzustellen sein wird, in lauter verdeckten Versuchen, die nicht suggestiv beeinflusst sein können) in Tausenden von Fällen Verwandtschaften aufgefunden, welche von den anderen Richtungen der systematischen Botanik, mit deren völlig anderen Arbeitsmethoden angehörenden Mitteln als die zutreffenden festgestellt sind. Daraus folgt logisch, dass wir in unseren Reaktions-Extrakten die Verwandtschafts-bestimmenden Eiweiss-Stoffe (wahrscheinlich zugleich mit vielen unspezifischen) der Untersuchung unterwerfen. Mag heute noch unbekannt sein, wie die Verwandtschafts-bestimmenden Stoffe zusammengesetzt sind: ihre Verwendung und bestimmende Bedeutung bei unseren Versuchen ist empirisch völlig sicher bewiesen.

Einige bisher bekannt gewordene Daten lassen schon Vermutungen zu über diese für die Verwandtschafts-Reaktionen massgebenden Körper. Aus der medizinischen serologischen Literatur ist bekannt, dass weder das Eiweiss der Vogeleier noch die Glaskörper der Säugetier-Augen für Verwandtschafts-Reaktionen brauchbar sind. Es sei darauf aufmerksam gemacht, dass beide keine Zellkerne enthalten und deshalb die Vermutung nahe legen, dass es die Zellkern-Substanz ist, an der die serologisch-spezifische Reaktion hängt. - Ferner ist aus der medizinischen Literatur bekannt, dass auch Lipoid-Körper Komplement zu binden vermögen; man hat auch in ihnen, wie die Verwendung der Reaktion zur Syphilis-Diagnose zeigt, zur spezifischen serologischen Reaktion geeignete Substanzen sehen wollen. Es ist bekannt, dass diese Seite der WASSERMANNschen Syphilis-Erkennung völlig Schiffbruch gelitten hat.

Dass Antikörper aus vielen Eiweiss-Körpern erzeugt werden können, steht fest, Ich weise hier nur auf Abrin, Rizin etc. hin. Aber wir werden unten darzulegen haben, dass diese Antikörper aus dem eingebrachten Gift ("Antigen") selbst durch Abbau entstehen und dass dieselben deshalb in beschränktem Kreis, nämlich für das Gift selbst, spezifisch sind. Verwandtschafts-spezifische Eigenschaften dieser Antikörper, und darauf kommt es wesentlich an, hat noch niemand behauptet.

Soweit wir bisher sehen können, sind nur Zellkern-haltige (oder sagen wir im Hinblick auf die Zellkern-freien Blutkörperchen der Säugetiere besser: Chromatin-haltige) Materialien zur Erzeugung von Verwandtschafts-Reaktionen gebenden Antikörpern befähigt. Damit ist wahrscheinlich gemeint, dass es keine beliebige Eiweiss-Substanz der Organismen, sondern die Zellkern Substanz ist, die für die Verwandtschafts-Reaktionen bestimmend ist.

Wir haben natürlich bereits versucht, den experimentellen Beweis für diesen Satz zu führen. Derselbe könnte darin bestehen, dass für die Zellkern-Substanz besonders charakteristische chemische Körper (z.B. Phosphor, Xanthin etc. -Basen) sich in besonders grossen Mengen in Verwandtschafts-spezifischen Präzipitaten vorfinden. Leider sind die Untersuchungs-Schwierigkeiten so gross, dass wir ihrer vor der Hand noch nicht Herr werden konnten.

Alles aber, was bisher bekannt wurde, spricht dafür, dass dieselben Verbindungen, welche die Träger der Vererbung sind, auch die Träger der sero-diagnostischen Verwandtschafts-Reaktionen darstellen.

Dass die Zellkerne des ganzen Organismus in allen seinen Phasen die gleichen Art-spezifischen Eigenschaften besitzen, ist allgemein bekannt und stimmt auch mit dem oben zitierten Satz PFEFFERS über die potentielle Gesamtbefähigung der lebendigen Zellen überein. Dazu passt vortrefflich unsere serologische Beobachtung, dass alle Zellen völlig gleiche Verwandtschafts-Reaktionen geben. Ob Haploidphase oder Diploidphase, ob junges oder altes Organ; ob Samen oder Blätter oder lebende Rinden- oder Wurzel-Gewebe: alle können sich bei unseren Reaktionen gleichmässig vertreten und führen zu denselben Ergebnissen. Für die Verwandtschafts-Reaktionen gilt dementsprechend der biogenetische Lehrsatz (wenigstens was die Qualität der Reaktion betrifft) nicht: die Eigenschaft der Verwandtschafts-Spezifität haftet der Art-Zelle (und zwar aller Wahrscheinlichkeit nach ihrem Zellkern) an.

II. DIE METHODEN DER EXPERIMENTELLEN SYSTEMATIK.

Die Technik der Sero-Diagnostik hier darzustellen ist nicht meine Aufgabe, nachdem die durch UHLENHUT und WEIDANZ ausgearbeiteten Vorschriften für die Eiweiss-Differenziationen medizinischen Gebietes in jedes einschlägige Lehrbuch übergegangen sind und nachdem ich selbst (Mez, Archiv I (1922) p. 177) die für den Botaniker massgebenden Verfahren dargestellt und dieselben zusammen mit ZIEGEN-SPECK (Mez, Archiv XII (1925) p. 192) in vielen Punkten noch weiter verbessert habe. Auf diese Abhandlungen sei verwiesen.

A. DIE TAXONOMISCHE TRAGWEITE DER REAKTIONEN.

Hier sei nur betont, dass eine gewisse Ernüchterung der Bakteriologen bezüglich der Sero-Diagnostik, die sich mehrfach bis zum Zweifel an der Spezifität der Methode gesteigert hat, darauf zurückzuführen ist, dass zu viel von ihr verlangt wurde. Die Unterscheidung z.B. von "Paratyphus 1, 2 und 3" oder ähnlich nächst verwandter Formen geht mit Hilfe der Eiweiss-Differenziation nicht, jedenfalls nicht mit Sicherheit. Ebenso bin ich bezüglich der Ergebnisse von ARZT (Mez, Archiv XIII (1926) p. 117 ff.), welcher mit Hilfe der genauesten Dosierung der reagierenden Eiweiss-Mengen bei der Untersuchung der Phylogenie der Gersten-Varietäten Erfolg haben will, noch etwas skeptisch.

Dies alles hat aber nicht die Bedeutung, an unserem "Königsberger Stammbaum" den geringsten Zweifel zuzulassen. Denn dieser bezieht sich auf die ganz grossen Formenkreise, ist auf Familien begründet, die in typischen Repräsentanten der Untersuchung unterworfen wurden. - Allerdings kann die Methode, besonders bei alten und deshalb phylogenetisch gut differenzierten Formenkreisen auch auf Gattungs-Differenzen ausgedehnt werden: bei den *Filices*, insbesondere aber bei den *Coniferen*, ist eine sehr befriedigende Auseinanderlegung der generischen Differenzen durch die Sero-Diagnostik möglich gewesen, dasselbe hat sich bezüglich der *Zygomyceten* ergeben, und auch bei den *Magnoliaceae* und *Berberidaceae* mit ihren überaus

spezialisierten Gattungsgruppen hat sich das gleiche ermöglicht. - Ähnliche Unterscheidungen liessen sich innerhalb der *Cucurbitaceae* (*Cucurbita* - *Bryonia*), *Cactaceae* (*Peireskia* - *Opuntia*) und *Euphorbiaceae* (*Mercurialis* - *Croton* - *Euphorbia*) erzielen, sodass bei unsern heutigen Methoden auch die auf die generische Gliederung der Formenkreise gerichtete Forschung in vielen Fällen nicht aussichtslos erscheint.

Wir werden hier, wie bereits angedeutet, voraussichtlich bei phylogenetisch alten Formenkreisen für die experimentelle Systematik bessere Ergebnisse erwarten dürfen als bei jungen: innerhalb der Gattung *Araucaria*, die neuestens durch GOTHAN sogar aus dem Muschelkalk mit Sicherheit nachgewiesen ist, stellt A. Cunningham eine serodiagnostisch als primitivere Form erkennbare Art dar gegenüber der mehr abgeleiteten *A. imbricata*. Dies geht aus den Reaktions-Intensitäten der beiden Spezies nach *Selaginella* hin hervor.

Alle diese durch Untersuchung verschiedener Formen einer und derselben Familie bisher gefundenen Differenzen im sero-diagnostischen Verhalten lassen aber die von gegnerischer Seite geforderte "Verbreiterung der experimentellen Basis" unserer Folgerungen für die Aufgaben der bisher angestrebten phylogenetischen Verknüpfung der grossen Abteilungen (Reihen und Familien) nicht notwendig erscheinen. Wo immer wir ein gewisses "Auseinanderziehen" der Gattungen derselben Familie erzielt haben, blieben die Reaktionen in engstem Zusammenhang, gruppieren sich streng um ein Familien-Zentrum und lassen über die phylogenetische Lage desselben keinen Zweifel aufkommen. Die Forderung einer "Verbreiterung der experimentellen Basis" unserer Schlüsse ist, das hat sich bisher stets herausgestellt, nichts anderes als eine wissenschaftlich klingende, aber in Wirklichkeit unbegründete und insbesondere unbewiesene Anzweiflung unserer Ergebnisse von Seiten, welche die ganze Methode und ihre Möglichkeiten mangels eigener Erfahrungen nicht kennen, aber am liebsten ablehnen möchten.

Wir sind aber, wie oben bereits erwähnt, keine derartigen Dogmatiker, dass uns solche Erwägungen, wie wir sie eben dargestellt haben, von Anfang an fern gelegen hätten. Auf rein empirischer, also naturwissenschaftlicher Basis stehend, haben wir zu allererst mit Dutzenden von Compositen, Umbelliferen und Labiaten erprobt, dass alle Reaktionen dieser Familien gleichartig verlaufen. Wir haben dann bei den folgenden Versuchen immer wieder nach Möglichkeit andere Gattungen und Arten der jeweils in Behandlung stehenden Familien zur Reaktion herangezogen und damit gleichfalls die "experimentelle Basis" mehr und mehr verbreitert. Auf diese Weise sind wir zu der grossen Sicherheit gelangt, mit der wir unsere Aussagen zu machen vermögen und die wir für deren Anerkennung fordern.

Insbesondere aber habe ich bereits darauf hingewiesen, dass die stets vortrefflich zusammen stimmenden Parallel- und Gegenreaktionen als verwandt festgestellter grosser Formenkreise eine unerschütterliche Grundlage unserer Schlüsse darstellen. Eine stärkere Verbreiterung der experimentellen Basis ist es, wenn alle Familien z.B. der *Ranales* in allen ihren Parallel- und Gegenreaktionen ein völlig übereinstimmendes Bild der verwandtschaftlichen Verknüpfung liefern, als wenn von jeder Einzelfamilie Dutzende von Arten untersucht wären. Das würde nur eine nutzlose Erschwerung der Forschung, die an sich schon langwierig und kostspielig genug ist, bedingen. Eine erhebliche Erweiterung unserer Kenntnisse würde im allgemeinen daraus sich nicht ergeben.

Wir verkennen aber nicht, dass in Einzelfällen die "Verbreiterung der experimentellen Basis" auch zu neuen Erkenntnissen bezüglich bisher als feststehend angenommenen Verwandtschaften führen kann. So hat sich die Familie der *Potamogetonaceae* in der Weise serologisch aufgespalten, dass *Potamogeton* mit *Zanichellia* und *Ruppia* zusammen bleibt, während *Cymodocea*, *Posidonia*, *Zostera* den *Najadaceae* nahe rücken. Niemand wird behaupten, dass diese Erkenntnis, die allein durch Verbreiterung der experimentellen Basis erreicht werden konnte, bedeutungslos sei. - Noch eleganter ist das Ergebnis der Untersuchung der *Hydropterides*, bei denen sich gleichfalls Diphylie serologisch herausgestellt hat derart, dass die *Salviniaceae* von den *Hymenophyllaceae*, die *Marsiliaceae* dagegen von den *Schizaeaceae* abstammen.

Und endlich weise ich auf die serologisch erkannte Zusammengehörigkeit von *Archidium* mit *Andreaea* und *Sphagnum* und die Abtrennung dieser Formenkreise von allen *Musci frondosi* hin. Soweit die "Verbreiterung der experimentellen Basis" bisher überhaupt einen Erfolg hatte, lieferte sie nicht eine Erschütterung unserer Ableitungen, sondern im Gegenteil erhebliche und auch theoretisch wichtige Korrekturen der bisherigen Systematik, ein Ergebnis, das gerade diejenigen, welche auf der Forderung dieser Verbreiterung bestehen, sich wohl am wenigsten gewünscht hatten

B. DIE THEORETISCHEN GRUNDLAGEN DER REAKTIONEN.

1. Die Abstammung der Immunkörper.

Obgleich BUCHNER bereits sehr früh den Satz aufgestellt hatte, dass die Immunkörper aus den den Versuchstieren in die Blutbahn gebrachten Art-fremden Eiweisskörpern, den "Antigenen" stammten, hat diese Erkenntnis merkwürdiger Weise in der medizinischen Immunitäts-Forschung nicht durchdringen können. BUCHNERS scharf geprägter Ausspruch: "die Antitoxine sind nichts als entgiftete Toxine" hat erst durch unsere Untersuchungen seinen strikten Beweis erhalten.

Es ist zu beachten, dass der medizinischen Forschung (im Vergleich mit unseren Untersuchungen) nur relativ sehr wenige Immunkörper entgegentraten, wesentlich nur die "Abwehrkörper" gegen verbreitete Epidemien sowie gegen besondere Eiweiss-Gifte nach Art der Schlangengifte. Besonders die ersteren beherrschten die Vorstellungen und es scheint mir, wenn ich die Gedankengänge bezüglich der Erwerbung der Eigenschaft, Immunkörper gegen Krankheits-Erreger zu bilden richtig interpretiere, die Ansicht vorzuliegen, dass die Fähigkeit des Tierkörpers zur Bildung von Abwehr-Stoffen eine funktionell zweckmässige, doch wohl für jede Krankheit von Vorfahren erworbene Eigenschaft sei. Dies setzt also voraus, dass der Organismus im Verlauf seiner Aszendenz mit den betreffenden Eiweissgiften in intensive Berührung gekommen, die aus ihnen resultierenden Krankheiten überwunden und die Fähigkeit zur Immunkörper-Bildung jeweils spezifischer Art erworben haben müsse. Daraus folgte die Meinung, dass die Immun-Stoffe (durch den Reiz der Antigene erzeugte) Körper-eigene Stoffe seien.

Diesen Anschauungen konnten wir unmöglich zustimmen, weil wir die allgemeine Erfahrung machten, dass der lebende Organismus auf die Injektion tausendfach verschiedener Antigene, mit welchen er vernünftiger Weise niemals (weder er selbst noch seine Vorfahren) in Berührung gekommen war, welche auch vielfach ganz unschädlich sind und deshalb niemals zu einer Auslese bedingenden Krankheit führen, gleichfalls durch Bildung streng spezifischer Antikörper reagiert.

Mit dieser Ablehnung der Ansichten über die Körper-eigene Entstehung der Immun-Stoffe ist aber nicht gesagt, dass wir die Erwerbung der Eigenschaft des Bluteserums, Art-fremde Eiweiss-Stoffe unter Bildung von Antikörpern abzubauen, nicht als eine im Kampf gegen Krankheits-Erreger erworbene Gruppen-Reaktion ansehen.

Zuerst durch Erwägungen bezüglich der serologischen Konglutinations-Methode sind wir dem experimentellen Beweis für den BUCHNERSchen Satz näher gekommen: Bei der Konglutination wird dem Antigen zunächst Rinderserum zugefügt und dieses durch längere gegenseitige Einwirkung "aktiviert"; es soll dabei ein hypothetischer Stoff, das sogenannte "Konglutin" erzeugt werden, der bei nachherigem Zufügen des (in diesem Fall in nur sehr geringen Mengen notwendigen) Immun-Serums nach Art des Aussalzens von kolloidalen Lösungen eine rasche und vollständige spezifische Präzipitation hervorruft. Schon bei Besprechung dieser Methode habe ich 1922 den Verdacht geäussert, es könne bei der Einwirkung des Serums auf das Antigen eine "Immunkörper-Bildung in vitro" eintreten. Dieser Gedankengang hat sich als richtig herausgestellt. Er hat zu der Entdeckung der künstlichen, d.h. in vitro erzeugten Immun-Sera, der "Kunst-Sera" geführt (MEZ und ZIEGENSPECK in Mez, Archiv XII, 1925, l.c.). - Dass diese in vitro erzeugten Immun-Stoffe, die nach Belieben stark oder schwach erhalten werden können, auch für die Medizin zur Bekämpfung von Krankheiten, zur Erzeugung von Antikörpern gegen Schlangenbiss,

zur gerichtlichen Feststellung von Blut-Proben von grosser Bedeutung werden, ist mit Sicherheit vorauszusagen.

Den langen Weg, auf welchem wir zu dieser Entdeckung gekommen sind, hier zu schildern, hat keinen Zweck. Er führte über die ABDERHALDENschen "Abwehr-Fermente" und über die WASSERMANNsche Syphilis-Reaktion. Der sich als fruchtbar erweisende Gedankengang war, dass das Serum des Blutes lebender wie geschlachteter Tiere die Fähigkeit besitzt, tote Eiweiss-Stoffe (sowohl Körper-eigene wie Körper-fremde) fermentativ abzubauen, wobei aus der Konstitution des abgebauten Eiweisses die Konstitution der Abbau-Produkte resultiert, also deren Spezifität als "Antikörper" sich erklärt. Wir suchen die Ursache dieser so sehr auffälligen Spezifität in sterischen Verhältnissen der Eiweiss-Körper resp. deren Abbauprodukten und glauben, damit zum Verständnis der Vorgänge etwas mehr geliefert zu haben, als das von EHRLICH eingeführte Bild von "Schloss und Schlüssel" zu geben vermag.

Als Abbau-Ferment der Eiweiss-Stoffe im Blut-Serum sehen wir dessen fibrinogenes Ferment an, welches wir mit dem bisher noch nicht definierten "Komplement" der Immun-Serum-Forschung glauben identifizieren zu dürfen; die Träger der abbauenden Stoffe des Blutes wären demnach die thrombogenen Blutplättchen.

Mag diese Hypothese nun richtig oder unrichtig sein: absolut fest steht, dass wir aus jedem pflanzlichen Eiweiss (soweit dasselbe Zellkern-Substanz enthält) in vitro, ohne die Zuhilfenahme des lebenden Blutes eines Versuchstieres, das zugehörige Art-spezifische Antiserum leicht mit dem Serum von Schlachttieren herzustellen imstande sind. Damit hat nicht nur der ganze Vorgang einen Teil seiner Rätselhaftigkeit verloren (zu erforschen bleibt allerdings auch so noch genug), sondern auch die serologische Untersuchungs-Methode, welche der lebenden Versuchstiere nun nicht mehr bedarf, ist derart vereinfacht, dass ihrer Anwendung durch weite Kreise der Botaniker und Zoologen nichts mehr im Wege steht. Doch sei hier besonders hervorgehoben, dass man alles, und besonders die Anwendung der serologischen Untersuchungen, zunächst ex fundamento lernen und durch eingehende Übung beherrschen muss, bevor man zur Veröffentlichung gewonnener Ergebnisse schreitet.

Auch andere, und zwar botanische Autoren hatten die "Kunstsera" bereits in der Hand, allerdings ohne sie zu erkennen.

KOKETSU und KOJIMA haben Antigene mit Serum angesetzt und darauf einige Zeit stehen gelassen. Entstehende Niederschläge wurden abfiltriert und darauf mit dem klaren Serum reagiert. Auch bei uns entstehen bei der Bildung der Kunstsera stets solche Niederschläge. Dass in diesen Fällen gleichfalls die "Immunkörper-Bildung in vitro" einsetzte, geht aus den ganz wirren und sich auch reziprok teilweise nicht bestätigenden Reaktionen dieser Autoren hervor. Selbstverständlich bekomme ich, wenn ich in vitro ein Kompositen-Immunserum erzeuge, mit diesem einen Kompositen-spezifischen Niederschlag, auch wenn ich bei der Reaktion von *Cycas* zu den Kompositen nachher Tierserum von *Cycas* zusetze. Durch den positiven Ausfall der Reaktion kann dann eine Verwandtschaft von *Cycas* mit den ganz fern stehenden Kompositen vorgetäuscht werden.

In welcher Weise starke oder schwache Immun-Sera in vitro erzeugt werden können und wie die Reaktionen mit denselben technisch durchgeführt werden, ist in unserer Abhandlung "zur Theorie der Sero-Diagnostik" (Mez, Archiv XII (1925) p. 197) beschrieben. Auf diese Arbeit muss hier verwiesen werden.

Ganz wenige Worte seien hier nur bezüglich des Beweises, dass die "Natursera" und die "Kunstsera" die gleichen Art-spezifischen Stoffe enthalten, zugefügt. Dies konnte auf zwei verschiedenen Wegen sicher gestellt werden. Zunächst ergaben Dutzende von parallel erzeugten Natur- und Kunst-Seren völlig gleiche spezifische Reaktionen. Ferner zeigte sich bei Hunderten von mit Kunstseren allein angestellten Reaktionen, dass die mit ihrer Hilfe gewonnenen Angaben über die Verwandtschaften der zu ihrer Erzeugung verwendeten Pflanzen absolut zu den Ergebnissen der Kunstserum-Reaktionen passten. Wer ein wohlgefügtes Mosaikbild vor sich hat, merkt beim Einsetzen eines neuen noch fehlenden Steins ganz genau, ob dieser zu den bereits vorhandenen passt oder nicht. Natur- und Kunstsera können sich beliebig vertreten; daraus folgt die Identität der spezifischen Stoffe in beiden.

2. Die Verwandtschafts-Reaktionen.

Wie über die Herkunft der Immunkörper, so haben wir uns auch über den ganzen Verlauf der serologischen Reaktionen andere Vorstellungen an unserm übergrossen Material erarbeitet, als sie gegenwärtig in der medizinischen Immunitäts-Forschung herrschen. Auch auf diese etwas komplizierten Dinge kann ich hier nicht genauer eingehen und muss auf meine mit ZIEGENSPECK zusammen veröffentlichte, oben bereits erwähnte Abhandlung "zur Theorie der Sero-Diagnostik" verweisen.

Nur ganz kurz sei hier skizziert, dass wir, wesentlich in Erweiterung von Gedankengängen von ARRHENIUS und MADSEN, versucht haben, die serologischen Reaktionen auf durch das Massenwirkungs-Gesetz beherrschte Kolloid-chemische Basis zu stellen.

Hier interessieren nur die Vorstellungen, welche wir uns von dem Zustandekommen der spezifischen Verwandtschafts-Reaktionen machen; für sie müssen wir selbstverständlicherweise im allgemeinen Massenwirkungs-Gesetz nicht inbegriffene spezifische Strukturen der auf einander wirkenden Körper fordern. Eine Vorstellung, wie solche spezifische Strukturen zustande kommen können, wurde oben eingeführt. Im übrigen kennt auch die Kolloid-Chemie in ihren von der Ferment-Wirkung handelnden Kapiteln ähnliche Spezifitäten.

Unsere Vorstellungen von der phylogenetischen oder Bluts-Verwandtschaft der Organismen beruhen auf folgenden Anschauungen: das Idioplasma jedes Lebewesens setzt sich aus einer grossen Anzahl verschiedener Eiweiss-Stoffe (Antigene) zusammen. Es dürfte sich wohl um Nucleo-Proteide, also um die Verbindungen handeln, welche nach unsern oben dargelegten und begründeten Vermutungen die Spezifität der sero-diagnostischen Reaktionen bedingen. - Das Mengenverhältnis sowohl wie der chemische Aufbau derselben ist für jede Art, Gattung, Familie, Ordnung und Reihe verschieden aber charakteristisch. Je mehr gemeinsame Eiweiss-Stoffe die einzelnen Formen haben, um so näher stehen sie sich phylogenetisch und auch morphologisch.

Wird nun ein Tier mit einem Pflanzen-Eiweiss immunisiert, so wirken die in grösster Zahl vorhandenen Antigene am energischsten auf das Versuchstier ein und aus ihnen wird die grösste Menge von Immun-Stoffen erzeugt. Die daneben in nur geringer Anzahl vorhandenen Antigene erzeugen nur eine geringe Immunität. Reagieren wir nun mit dem aus einer Spezies gewonnenen Immun-Serum mit dieser selbst, so wird, da die Menge der Immun-Stoffe in diesem Fall am grössten ist, die Reaktion noch in sehr grosser Verdünnung der reagierenden Eiweiss-Stoffe statthaben (sie wird "sehr weit reichen"). Reagieren wir mit einem nicht indetischen, wohl aber nahe verwandten Formenkreis, so wird die Reaktion bereits bei etwas niedrigerer Verdünnung aufhören; bei der Reaktion mit fernstehenden aber immerhin noch verwandten Formen wird nur bei grosser Konzentration der Reaktions-Flüssigkeiten noch ein positives Ergebnis sich zeigen; dieses fehlt völlig, wenn keine gemeinsamen Eiweiss-Stoffe bei mit einander zur Reaktion kommenden Formen mehr vorhanden sind.

Der Beweis für diese Vorstellungen kann auf folgende Weise geführt werden: Haben wir mit einem fremden Eiweiss reagiert, so darf keine völlige "Absättigung" eingetreten sein, sondern das Filtrat muss immerhin noch geeignet sein zur Reaktion mit der eigenen, zur Immunisation verwendeten Art. Dies ist tatsächlich der Fall. Doch muss bei diesem Versuch durch raschen Verlauf darauf geachtet werden, dass nicht der oben angemerkte Fehler der "Immunkörper-Bildung in vitro" aus dem fremden Eiweiss auftreten kann.

Auf Grund dieser durch Experimente gestützten Vorstellungen glaube ich ein Verständnis für die Verwandtschafts-Reaktionen anbahnen und erklären zu können, wie wir dazu kommen, aus dem Ausfall der serologischen Reaktionen Identität resp. nähere resp. fernere resp. negative Verwandtschaft von Organismen abzulesen. Die bisher rein empirisch von UHLENHUT gefundenen Tatsachen erhalten eine theoretische Begründung.

3. Theoretische Folgerungen aus den Verwandtschafts-Reaktionen.

Unsere im vorigen Abschnitt dargelegten Anschauungen sind, dies muss ausdrücklich gesagt sein, nicht strikt bewiesen. Aber auch ein Beweis für ihre Unmöglichkeit ist ebenso wenig zu erbringen. Sie sind geeignet, die beobachteten Erscheinungen zu erklären und entsprechen ferner im allgemeinen dem mechanistischen Weltbild, welches wir das naturwissenschaftliche genannt haben. Durch die beobachteten Verwandtschafts-Reaktionen scheinen sie mir wahrscheinlich gemacht zu sein.

Versuchen wir, aus unseren Vorstellungen einige Folgerungen zu ziehen, so wird, wenn diese sich als in der von der Natur uns gelieferten Verwandtschafts-Folge realisiert erweisen, unsere Annahme weiter gestützt werden. Nur aus diesem Grund führe ich das Folgende auf. Ich bin mir der völlig hypothetischen Natur meiner nun zunächst kommenden Ausführungen völlig bewusst.

Einen je niedrigeren Platz ein Organismus im phylogenetischen System einnimmt, um so geringer dürfte die Differenziation und Spezialisierung seines Idioplasmas sein. Wenn unsere Erwägungen richtig sind, muss notwendiger Weise die Masse der den niederen Organismen gemeinsamen Eiweiss-Sorten eine besonders grosse sein. Dies muss sich aus einer grösseren fremde Formen erfassenden Reichweite der mit niedrigen Organismen als Antigene gewonnenen Sera beweisen lassen. - Tatsächlich ist dies der Fall: bereits früher habe ich darauf hingewiesen, dass die Reaktionen z.B. innerhalb der Algen diejenigen der höheren Gewächse erheblich an Reichweite übertreffen. Nur der Umstand, dass wir unsere Untersuchungen mit den am weitesten abgeleiteten und deshalb am stärksten differenzierten Phanerogamen begonnen haben, konnte uns die für so ausgreifende Forschungen und Folgerungen notwendige Sicherheit bezüglich der Spezifität der Reaktionen geben. Wir würden niemals gewagt haben, die Arbeiten weiter zu führen, wenn die Grundlagen bei den niederen Pflanzen hätten erarbeitet werden müssen.

In dieser Beziehung stellt sich die Parallelität zwischen Phylogenie (des gesamten Pflanzenreichs) und Ontogenie (des einzelnen Organismus) deutlich dar: die Differenzen, die Einzelformen unterscheidenden Merkmale werden in der Ontogenie erst später sichtbar, ebenso wie in der Phylogenie zunächst eine langsame, gewissermassen zögernd und tastend in Erscheinung tretende Differenziation der Formen erkennbar ist. Es macht den Eindruck, als ob die Variationen der sehr niedrigen Organismen mehr in einer verschiedenen stereischen Lagerung ihrer Idioplasma-Teile die Ursache hätten, während, je weiter wir uns in der Reihe der Phylogenie vom Anfang entfernen, um so rascher der Neuerwerb, die additive Komplikation des Idioplasmas einsetzt. - Ein morphologisch fassbarer Punkt dieser additiven Komplikation könnte der Übergang von den Protophyten zu den Metaphyten sein, wo an der Basis der *Chlorophyceales* zum ersten Mal, und zwar wie es scheint gleichzeitig, Zellkern und Plastiden im Zellinhalt auftreten.

Auch eine zweite Folgerung aus unseren theoretischen Anschauungen hat sich durch die tatsächlich gefallenen Verwandtschaftsreaktionen stützen lassen. Sind unsere Voraussetzungen richtig, so muss eine grössere Eiweiss-Übereinstimmung zwischen den auf dem "Hauptstamm" des Pflanzenreichs gefundenen benachbarten Familien und den unter sich benachbarten der "Zweige" bestehen. Dies ist tatsächlich der Fall.

Wir sehen in jeder Weiterentwicklung den Ausdruck von Differenziationen, also Spezialisierungen des Idioplasmas. Der "Hauptstamm" des Stammbaums hat zur gegenwärtig bestehenden End-Entwicklung geführt. Als diese können wir wohl, übereinstimmend mit der Morphologie, die *Compositae* ansehen. Vergleichen wir nun die Serum-Reaktionen der auf dem Hauptstamm der Figur oder in dessen nächster Nähe ¹⁾ liegenden Formenkreise, so stimmen sie unter einander wesentlich näher über-

1) Auf unserer früheren Stammbaum-Konstruktion hatten wir eine ganze Anzahl von Formenkreisen direkt auf den Stamm resp. auf den Verlauf der grössten Zweige gezeichnet. Darauf folgte dann die unsinnige Unterstellung, wir behaupteten, dass die heute noch lebenden Formen die direkten Aszendenten der von uns als abgeleitet

in, als die Reaktionen der (auf längeren Zweigen eingezeichneten) Familien. Das besagt, dass (wie dies auch die Morphologie lehrt) jeder Zweig seine Ursache in einer einseitigen Spezialisierung des Idioplasmas hat. Je stärker die gegenseitigen Reaktionen, um so mehr gemeinsame Idioplasma-Körper sind vorhanden. Dies wurde oben vorausgesetzt. Je grösser die einseitige Spezialisierung ist, um so geringer die Zahl der gemeinsamen Idioplasma-Teile, um so schwächer also die gegenseitigen Serum-Reaktionen. Die Richtigkeit dieser Anschauungen ist, wie bereits gesagt, durch die gefallenen Reaktionen bestätigt worden.

Aus dieser Ableitung können Folgerungen gezogen werden: Nur auf eine derselben sei hier hingewiesen. Je weiter ein Organismus nach dem Ende eines Stammbaumzweiges hin seine phylogenetische Stellung einnimmt, um so weniger geeignet ist er, als Basis weiterer phylogenetischer Fortentwicklung zu dienen. Dass dieser Satz übereinstimmt mit dem besonders in der Geologie anerkannten, dass die weit fortentwickelten, spezialisierten Formen mit der Änderung ihrer Lebensbedingungen aussterben, dass die Träger der Weiter-Entwicklung stets die wenig spezialisierten, allermeist kleinen und unscheinbaren Formen waren; dass diese allein, eben ihrer geringeren Spezialisierung d.h. ihrer grösseren Ausgeglichenheit des Idioplasmas wegen übrig geblieben, teilweise uns heute noch als echte Relikte in der Hand sind, ist einleuchtend.

Wenn der Geologe STOLLEY aber in seiner gegen uns gerichteten Schmähschrift uns vorwirft, wir stellten uns, als ob wir mit diesem Satz eine grosse Neuigkeit produzierten, so möge er sich nur einmal die phylogenetische Literatur ansehen. Ich will hier nicht von der STEINMANNschen Ableitung *Equisetum-Casuarina* sprechen, weil diese allgemein abgelehnt wurde; dagegen verweise ich auf die Ableitung WETTSTEINS *Ephedra-Casuarina* und auf die von ENGLER ausdrücklich gebilligte Ableitung *Mesembrianthemum-Cactaceae*. Auch verweise ich auf die von LOTSY anerkannte Ableitung HALLIERS bezüglich der Umbelliferen und Valerianaceen. Hier liegen sehr schöne Beispiele vor für von weiten Kreisen der sachverständigen Botaniker angenommene genetische Verknüpfungen sehr spezialisierter Formenkreise mit einander. Also ist doch wohl unser Satz von der Weiterentwicklung der phylogenetischen Reihe aus den nicht spezialisierten Formenkreisen heraus garnicht selbstverständlich.

Es wird weiter unten davon die Rede sein, dass unser Stammbaum des Pflanzenreichs auf die Entwicklungsgeschichte der Erde, also die geologischen Epochen projiziert seine Richtigkeit beweisen müsse. Nicht immer stellten die Compositen die Spitze der phylogenetischen Reihe dar, sondern vorher die Nadelhölzer, noch vorher der Polyciliaten-Ast, noch vorher die Algen. Dass von den am höchsten differenzierten Algen (*Phaeophyceales*) die Archegoniaten stammen sollen, wird von manchen angenommen; dass die höchst spezialisierten Polyciliaten (*Bennettitaceae*) die Basis nicht der Nadelhölzer, sondern unter deren Überspringung sogar der Angiospermen (*Magnoliaceae*) sein sollen, steht heute noch in fast jedem Lehrbuch. Daraus geht hervor, dass unsere von STOLLEY so hässlich angegriffene Erkenntnis, die wir gar nicht als neu publiziert haben, doch wohl nicht so allgemein verbreitet ist. Und ich fürchte, sie ist STOLLEY selbst nicht völlig in Fleisch und Blut übergegangen. STOLLEY will die devonischen Psilophyten nicht von den Muscineen ableiten, muss demnach mit ihnen direkt auf die Algen zurückgehen. Da wäre aber keine andere morphologische Verbindung überhaupt denkbar, als mit den hoch spezialisierten *Phaeophyceales*. Wir sehen, so selbstverständlich ist unser Satz doch nicht, denn im Einzelfall scheint ihn STOLLEY selbst nicht anzuwenden.

III. DER KÖNIGSBERGER SERO-DIAGNOSTISCHE STAMMBAUM.

Seit 16 Jahren wird im Königsberger Botanischen Institut eine Sammelforschung über die Eiweiss-Verwandtschaften der Pflanzenwelt durchgeführt, welche zu einem

bezeichneten seien. Um solchen Meinungen die Grundlage zu entziehen, zeichnen wir nun jeden Formenkreis als Endpunkt eines (kürzeren oder längeren) Zweiges

nun fast vollkommen ausgebauten phylogenetischen Stammbaum geführt hat. Dieser ist in der Arbeit von MEZ und ZIEGENSPECK (in Mez, Archiv XIII, 1926, p. 486) veröffentlicht und, um die experimentelle Systematik bekannt zu machen, einer grossen Zahl von Botanikern, Geologen und Zoologen als Separat-Abdruck zugesandt worden. Auch ist dieser Stammbaum als grosse Demonstrationstafel für den Unterricht erschienen. Zum ersten Mal ordnet sich auf ihm die unübersichtliche Vielheit der Formen derart, dass ein relativ einfacher Einblick in die Zusammenhänge der Verwandtschaften gewonnen wird. Dieser Stammbaum zeigt als phylogenetisch tiefst stehende Organismen die autotrophen Bakterien und geht bis zu den Kompositen in die Höhe; er beweist die Monophylie des Lebens, denn auch das Tierreich setzt sich im Verlauf des Heteroconten-Astes der Algen an ihn an. Über einzelne wichtige Einzelheiten dieses Stammbaums soll weiter unten noch gehandelt werden.

A. DIE METHODOLOGISCHEN SICHERUNGEN DER EXPERIMENTELLEN SYSTEMATIK.

Wir hatten, als wir mit der phylogenetisch-serologischen Arbeit begannen, so gut wie unbekanntes Neuland vor uns. Die prinzipielle Anwendbarkeit der Methode stand aus den für die gerichtliche Medizin wichtig gewordenen Untersuchungen insbesondere von UHLENHUT fest; auch hatten tastende Vorversuche von MAGNUS u.A. gezeigt, dass die Sache auch bei botanischen Objekten gehe. Zwischen derart qualitativen Erkenntnissen der Botaniker und ihrer Auswertung zu wirklich brauchbaren stammesgeschichtlichen Folgerungen war aber offenbar ein sehr weiter Weg. Es ist nicht zufällig, dass ihn ein Systematiker und kein ausschliesslich physiologisch eingestellter Botaniker einschlug und zurücklegte. Auch erscheint es mir für die Systematik als solche nicht ganz nebensächlich, dass ein Systematiker der alten Schule diese (wie ich wohl glaube nicht unwesentliche) Fortentwicklung durchgeführt hat. Es wäre doch etwas beschämend gewesen, wenn die andere Richtung diese Erfolge, die an sich einer physiologisch-chemischen Arbeitsweise zu danken sind, für sich buchen könnte. Dies möchten doch die Systematiker, welche sich mehrfach unfreundlich gegen uns stellen, erwägen!

1. Sicherung der Reaktions-Methoden.

Sollte unsere Methode für phylogenetische Zwecke brauchbar sein, so musste zunächst durch vergleichende, ausgedehnte Untersuchungen induktiv festgestellt werden, dass alle einem nach dem gesunden Menschenverstand gemeinsamen Verwandtschaftskreis zugehörigen Formen die gleichen Reaktionen geben. Diese Induktion musste demnach von unzweifelhaft blutsverwandten Formenkreisen ausgehen: als solche wurden drei, nämlich die *Compositae*, *Labiatae* und *Umbelliferae* gewählt. Ein (psychologischer) Hinweis darauf, dass die Formen dieser Familien allgemein als unter sich blutsverwandt angesehen werden, geht aus ihrer alten, nicht auf "aceae" ausgehenden, von den Nomenklatur-Regeln abweichenden aber als Ausnahme beibehaltenen Namensbezeichnung hervor. - Von diesen Familien eine sehr grosse Menge von verschiedenen Vertretern zur Untersuchung zusammen zu bringen, war durch den Samen-Austausch unserer botanischen Gärten leicht erreichbar. Das Ergebnis der sehr sorgfältigen Untersuchungen war, dass alle Kompositen mit dem als Immunisations-Zentrum gewählten *Helianthus*, alle Labiaten mit *Salvia* und alle Umbelliferen mit *Petroselinum* positive Reaktionen gaben. Damit war die erste Grundlage für die Verwendbarkeit der Methode gelegt.

Bei diesen Untersuchungen zeigte sich nun, dass ausser allen Kompositen auch die *Campanulaceae* mit *Helianthus* positive Reaktion gaben; ausser allen Umbelliferen auch die *Araliaceae* und *Cornaceae* mit *Petroselinum*. Dass auch diese über den Kreis der als Zentren dienenden Familien hinausgehenden Reaktionen Manifestationen echter Blutsverwandtschaft sind, konnte nach der "communis opinio" der Botaniker bezüglich der hier herrschenden Familien-Verwandtschaften nicht zweifelhaft sein.

Auf diesem Weg, immer weiter von einer zur anderen Familie vorschreitend, ist der serologische Stammbaum entstanden: immer weitere Formenkreise schlossen sich den bereits bekannten an und aus dem Vergleich vieler verwandter Reaktionen konnte mit Sicherheit erkannt werden, welche Formenkreise höher und welche tiefer stehen. Zugleich aber bot sich, nachdem einmal der Reaktions-Bereich als über die engst geschlossenen Formenkreise hinausgehend erkannt war, die Möglichkeit einer weiteren Sicherung der Untersuchungsmethode:

Es ist eine logische Folgerung aus den theoretischen Grundlagen unserer experimentellen Systematik, dass bei den Reaktionen Reziprozität herrschen muss. Wird von einem Ausgangspunkt aus ein ferner stehender Formenkreis erreicht, so muss von diesem aus, wenn er seinerseits zum Reaktionszentrum gemacht wird, auch der erste wieder erreicht werden können. Dass durch diese Reziprozität, welche in allen Fällen tadellos gefunden worden ist, eine ganz erhebliche Sicherung der Methode erlangt wird, braucht nicht besonders betont zu werden. Denn durch Deduktion wird hier die vorherige Induktion bestätigt.

Des ferneren muss sich, wenn bei Reaktionen vom Endpunkt eines Stammbaumzweiges aus mehrere verschiedene fernerstehende Formenkreise erreicht werden, derart, dass einer schwächer, ein anderer stärker mit der Ausgangsform reagiert, voraussagen lassen, dass die stärker reagierende Form, wenn sie ihrerseits als Zentrum gewählt wird, nun mit den beiden Extremen stärker reagieren wird als der erste Ausgangspunkt mit dem fernsten noch erreichten Formenkreis. Denn eine solche Form muss zwischen den beiden untersuchten Extremen auf der Stammbaum-Linie stehen. Auch diese Forderung wurde stets tadellos erfüllt, wie überhaupt sich stets die Reaktionen aller Zwischenformen (wenn von ihnen aus keine Abzweigungen des Stammbaums erfolgen) voraussagen liessen.

Wer die völlige Zuverlässigkeit von aus gefallen Reaktionen deduktiv erschlossenen weiteren Reaktionen kennt, ist sich dessen mit Sicherheit bewusst, dass hier kein Zufall herrschen kann und dass unsere Reaktionen tatsächlich ein objektives Bild der Eiweiss-Verwandtschaft liefern. Eine stärkere Sicherung der Ergebnisse unserer Forschung, als die, dass nun seit 16 Jahren alle Reaktionen so vieler einzelner Untersucher tadellos zusammen passen, dass sie sich alle völlig ungezwungen der Stammbaum-Figur einordnen, kann nicht verlangt werden. Wir rekonstruieren, um ein oben schon einmal gebrauchtes Gleichnis zu wählen, ein altes Mosaikbild aus den uns überkommenen Einzel-Steinen. Da wird sich aus dem Ergebnis des Zufügens der Steinchen stets mit Sicherheit zeigen, ob sie richtig oder falsch eingesetzt sind.

Endlich erblicken wir in dem Umstand, dass wir alle Reaktionen auf zwei serologisch verschiedenen Wegen, dem der Präcipitation und dem der Konglutination, stets parallel und gleichzeitig erreichen, eine letzte erhebliche Sicherung unserer Ergebnisse. In dem einzigen bisher uns vorgekommenen Fehlversuch, dem von unsern Gegnern reichlich ausgeschlachteten *Ginkgo*-Fall, war dies versäumt worden, weil der Krieg ausgebrochen war und Untersucher wie Leiter der Untersuchung zur Fahne eilten. Nur so konnte der Fehler unentdeckt durchschlüpfen. Bei normalem Arbeiten wird keine Reaktion gewertet, die nicht auf beiden Wegen oder durch viele Parallel-Reaktionen gesichert ist.

Bedenken wir, dass bei unseren Reaktionen es sich um Veränderungen in derart labilen Substanzen, wie dies Eiweiss-Lösungen sind, handelt und dass jede in Vergrößerung des dispersen Zustandes bestehende Änderung auf Verwandtschafts-Reaktion deuten kann, so sind die von den Medizinern allgemein gebrauchten Untersuchungs-Kontrollen mit Normal-Serum und mit physiologischer Kochsalz-Lösung ohne weiteres verständlich. Genauere Ausführungen über dieselben erübrigen sich. Wir haben bei unseren Versuchen aber stets noch weitere, den Medizinern fremde Kontrollen mit eingeführt, nämlich Reaktionen zu Formenkreisen, welche nach ihrer Stellung im System vernünftiger Weise mit den jeweils zur Untersuchung dienenden Zentren überhaupt nicht reagieren können. Jetzt, wo wir einen genauen Überblick haben, wählen wir diese nur zur Kontrolle dienenden Formen, die keine Reaktion geben können, bewusst aus. Früher haben wir mit einzelnen Proben wild ins System

hinein reagiert. Es sei erwähnt, dass mehrfach schöne Funde (z.B. Anschluss der *Primulales* an die Centrospermen; Einbeziehung der *Lentibulariaceae* in die *Primulales*; Anschluss der *Ericales* an die *Sapindales*) bei solchen Kontroll-Reaktionen völlig gegen den Willen der Untersucher, bis zu weiterer Bestätigung zu deren grosser Beklemmung, gefunden wurden. Denn diese später durch spezielle reichliche Nachprüfung bestätigten Ergebnisse widersprachen durchaus dem, was in den Lehrbüchern zu finden war.

2. Ausschluss subjektiver Fehler.

Wie jeder Astronom seinen psychologisch begründeten persönlichen Beobachtungsfehler kennen muss um ihn in die Korrektur der empirisch gefundenen Daten einsetzen zu können, so sind auch bei der experimentellen Systematik die subjektiven Beobachtungsfehler auszuschalten.

Unsere Reaktionen stellen nicht immer in die Augen springende Veränderungen der reagierenden Flüssigkeiten, sondern sehr oft nur schwache und unbedeutend erscheinende Eiweiss-Ausflockungen dar. Die Dispersitäts-Änderungen vollziehen sich in allen Zwischenstufen. Es ist oft überaus schwer, zwischen zu wertender Reaktion und nichts beweisenden Trübungen (wie sie insbesondere in oft sehr unangenehm täuschender Weise durch Gerbstoffe hervorgebracht werden) zu unterscheiden.

Hier setzt der subjektive Fehler ein, welcher darin seine Begründung hat, dass der Untersucher gerne das finden möchte, was ihm Lehr- und Handbücher über die Verwandtschaften der Formen sagen. Es wurde oben bereits ausgesprochen, dass keine Wissenschaft so autoritätsfeindlich ist wie die Botanik; wir experimentellen Systematiker müssen in dieser Beziehung das Extrem darstellen, wenn unsere Ergebnisse Wert haben sollen.

Aus diesem Grund wird, zur Ausschaltung subjektiver Fehler, in meinem Institut seit sehr vielen Jahren prinzipiell nur verdeckt gearbeitet: der Untersuchende bekommt sein Reaktions-Material, unter dem sich stets auch negativ reagierende Proben befinden, in gepulvertem Zustand und mit Nummern bezeichnet. Erst wenn die ganze Reaktions-Serie fertig ist, werden den Nummern die Namen beigelegt. - Ich müsste jede Nachprüfung unserer Ergebnisse, die nicht in gleicher Weise subjektive Fehler ausschliesst, von vorn herein beanstanden! Das Wort "suchet, so werdet Ihr finden" hat auf die Sero-Diagnostik keine Anwendung; es ist der Theologie entnommen.

Tritt zu dieser durch verdecktes Arbeiten geschaffenen Sicherung noch das Prinzip, ganz unerbittlich alle nicht klaren und eindeutigen Ergebnisse von der Wertung auszuschliessen, so ist alles getan, was vernünftiger Weise zum Ausschluss subjektiver Fehler geschehen kann.

B. DIE INNERE WAHRSCHEINLICHKEIT DES SERO-DIAGNOSTISCHEN STAMMBAUMS.

Tritt, wie dies bei der experimentellen Systematik der Fall ist, ein neuer Wissenschafts-Zweig mit seinen Ergebnissen hervor, so muss zunächst bei Prüfung dieser Resultate verlangt werden, dass keines derselben dem gesunden Menschenverstand widerspricht. Wir sind aber in neuerer Zeit in der Botanischen Systematik an derart starke Zumutungen gewöhnt worden, dass weitgehende Umstürze der Systeme gar nichts Auffallendes mehr haben; dass andererseits die phylogenetische Systematik bei den übrigen Zweigen unserer Wissenschaft in völligen Misskredit gekommen wäre, wenn diese überhaupt versucht hätten, den Bildern des Kaleidoskops zu folgen. Die, wie oben dargestellt, auf dem "Gefühl" begründete morphologische Phylogenie hat mehrfach wahre Orgien des Gefühls aufgeführt. Dies widerspricht ohne Zweifel dem gesunden Menschenverstand. Es hat bei besonneneren Vertretern unserer Wissenschaft zu einem völligen Agnostizismus geführt, der seinerseits wieder bedauerlich und dem Fortschritt hinderlich ist.

Im Gegensatz zu dem angeführten kaleidoskopischen Wechsel fällt unser Stamm-

baum seit Beginn unserer Untersuchungen durch seine grosse Stabilität auf. Oben wurde bereits darauf hingewiesen, dass im Lauf der Jahre immer neue Erkenntnisse zugekommen sind, die sich widerspruchs- und lückenlos den früher erarbeiteten anschlossen und die innere Wahrscheinlichkeit unserer Zeichnung sicherzustellen geeignet waren. Soweit Änderungen an derselben vorgenommen wurden, betrafen sie durch neu hinzugekommene Formen bedingte Modifikationen der Anschauungen, haben aber nirgends frühere Ergebnisse wirklich alteriert, sondern nur ihre Wertung in etwas geänderten Licht gezeigt. Sie sind demnach stets unbedeutend gewesen und die früheren Resultate blieben alle bestehen.

Ganz besonders fällt aber bei unseren Forschungen die Bestimmtheit auf, mit der wir unsere Aussagen machen. Wir haben es nicht nötig, die gummiartig elastischen, kritisch garnicht fassbaren Aussagen zu machen, die wir in bisherigen phylogenetischen Erörterungen gewöhnt waren: wir sprechen keine vagen Vermutungen aus, sondern stehen auf induktiv experimentellem Boden. Jeder, der unsere Versuche ohne Fehler wiederholt, wird zu denselben Ergebnissen gelangen wie wir, oder er wird uns gemachte Fehler nachweisen müssen. Diese Beweisspflicht liegt, da wir die Ersten auf dem Plan waren, zunächst einer eventuellen Gegenseite ob. - Die Bestimmtheit unserer Aussagen ist gleichfalls geeignet, die innere Wahrscheinlichkeit unseres Stammbaums zu stützen.

1. Vergleich des Stammbaums mit bisher bestehenden Systemen.

Es ist uns eine grosse Befriedigung und ein vortreffliches Zeichen für die Zuverlässigkeit der beiderseits geleisteten Arbeit, dass die Ergebnisse der experimentellen und der morphologischen Systematik in überaus vielen Fällen derart zusammenfallen, dass man meinen möchte, sie könnten nicht unabhängig von einander entstanden sein. Und doch ist dies in vollstem Masse der Fall. Drei Beispiele mögen statt vieler genügen, um die völlig sichere, aber rein mechanische Gewinnung der Ergebnisse bei uns zu zeigen. Wir haben durch das grosse Entgegenkommen des Botanischen Gartens in Buitenzorg tropisches Material bekommen. Darunter befanden sich auch Blätter von *Flacourtia* und *Vatica*. Ferner hatte ich "*Herba Damianae*" als Untersuchungs-Objekt angegeben. Der Untersuchende hatte weder von den *Flacourtiaceae* noch den *Dipterocarpaceae* noch den *Turneraceae* die geringste Ahnung: trotzdem wurden diese Familien in verdeckter Untersuchung mit völliger Sicherheit auf den Platz gestellt, den sie nach dem neuesten von GILG redigierten Band der *Parietales* in den "Natürlichen Pflanzenfamilien" einnehmen. Dabei sind die Arbeitsmethoden, unsere chemisch-physiologische und die morphologische der alten Schule, derart von einander verschieden, dass die Übereinstimmung der Ergebnisse höchst beachtenswert ist. - Ebenso gross, in vielen Fällen geradezu auffällig, ist die Übereinstimmung der neuesten Bearbeitung der Koniferen durch PILGER mit unserm bereits vorher publizierten Stammbaum-Teil.

Derartige Übereinstimmungen machen die innere Wahrscheinlichkeit unseres Stammbaums als Ausdruck der historischen Phylogenie sehr gross. Ich weise ferner darauf hin, dass keine einzige der anerkannten grossen Reihen der Pflanzen durch unsere Untersuchungen aus einander gerissen wurden: sie sind alle in schönstem Zusammenhang geblieben und die neuen Aussagen, welche wir bezüglich ihrer zu machen imstande sind, beziehen sich wesentlich auf die phylogenetische Verknüpfung dieser Reihen. Nach ihrer Morphologie wurden die Formenkreise, welche wir als Columniferen-Ast bezeichnen, bald von oben nach unten (WETTSTEIN), bald von unten nach oben (MICHAELIS) gelesen: da Vater und Sohn gleich nahe verwandt sind und nur in der zeitlichen Differenz beider der Unterschied besteht, konnte die eine wie die andere Lesung richtig sein und ein Beweis war, wie durch die Morphologie überhaupt nicht, zu erbringen unmöglich. Wir haben, wie ich oben schon ausführte, das ausserhalb der Morphologie liegende Bezugs-System gefunden, das uns in solchen Fällen erlaubt zu entscheiden, welche morphologischen Gedankengänge richtig und welche unrichtig sind. Im vorliegenden Fall hatte WETTSTEIN nicht das Richtige getroffen.

Wie gesagt wurde, ist die Übereinstimmung unseres Systems mit den morphologischen Systemen in den allermeisten Punkten eine frappante und stützt, da wir als die später gekommenen hier die Beweis-Pflicht haben, unsern Stammbaum. Mit geflis-sentlichem Eifer werden wir auch, soweit unsere Ergebnisse in die Gedankengänge der anderen passen, von diesen als Eideshelfer zitiert, genau wie dies in der re-lativierten morphologischen Systematik bezüglich aller passenden Literatur der Fall zu sein pflegt.

Derartige Eideshelfer brauchen wir nun nicht, aber es ist doch immerhin ange-nehm, mit seinen Aussagen nicht ganz allein zu stehen, wenn diese von der herr-schenden Meinung abweichen. Es wird uns nun, bei der Menge der bereits in der Li-teratur geäußerten Ansichten, nicht schwer, auch dort Morphologen auf unserer Seite zu zitieren, wo wir von der Schul-Meinung abweichen:

Es wird in der morphologischen Literatur bereits angegeben: die Primitivität der autotrophen Bakterien (ROSEN); Zwischenstellung der *Cyanophyceales* zwischen Bakterien und *Chlorophyceales* (ROSEN); Abtrennung der *Volvocales* von den eigentli-chen Flagellaten (BÖRNER); Abgeleitetheit der frei lebenden Desmidiiden von den Ko-lonien-bildenden und damit von den *Zygnemales* (WEST, MEZ); Zusammengehörigkeit der *Chrysomonadales* mit den *Peridinales* und *Diatomales* (PASCHER); basale Stellung der *Euglenoideae* im Tierreich (DOFLIEN, PASCHER); Entwicklung des Algen-Stammes über die unbewegten Stadien, also Abgeleitetheit der Flagellaten (DE BARY, CHO-DAT); Entstehung der *Phaeophyceales* und *Rhodophyceales* aus den *Chlorophyceales* (DE BARY); Zwischenstellung der *Vaucheriaceae* zwischen den *Siphonales* und *Phycomy-cetes* (DE BARY); Abstammung der höheren Pilze von den *Zygomycetes* (BREFELD); nahe phylogenetische Zusammengehörigkeit der *Ascomycetes* und *Basidiomycetes* (KNIEP); Entwicklung der *Hemibasidii* aus den *Corticieae* (NEUHOFF); nicht basale, sondern weit abgeleitete Stellung der *Ustilaginaceae* und *Uredinaceae* unter den *Hemibasi-dii* (JANCHEN, NEUHOFF); Anschluss der *Ricciaceae* an die *Coleochaetaceae* (DE BARY); Primitivität der *Hepaticae* gegenüber den *Musci frondosi* (GOEBEL); vermittelnde Stellung der *Anthocerotales* zwischen den *Hepaticae* und *Psilophyta* (CAMPBELL); Ein-beziehung von *Psilotum* in den Kreis der devonischen Psilophyten (KRÄUSEL); dement-sprechend basale Stellung der *Psilophyta* am Grund der *Filicales* (CAMPBELL); völli-ge Abtrennung der *Isoetales* von den *Lycopodiales* und Anschluss der ersteren an die fossilen *Cyclostigmataceae* (GOTHAN); Zusammenfassung des Polyciliaten-Astes der höheren Archegoniaten, dem entsprechend Abtrennung der *Ginkgoales* und *Cycada-les* von den *Gymnospermae* (LOTSY); basale Stellung der *Osmundaceae* am Grund der *Filices leptosporangiatæ* (LOTSY, WEINREICH); Diphylie der *Hydropterides* (LOTSY, CAMPBELL); Stellung der *Abietineae* am Grund des eigentlichen Koniferen-Zweiges (SEWARD); die *Magnoliaceae* als niederste Angiospermen (HALLIER, LOTSY und viele Folgende); Ableitung der Monokotylen von den *Ranales* (ARBER und folgend viele An-dere; nähere Verwandtschaft der *Gramineae* mit den *Commelinaceae* (SCHELLENBERG); Einbeziehung der *Aristolochiaceae* zu den *Ranales* (WETTSTEIN); Ableitung der *Phyto-laceaceae* von den *Ranales* (KERNER); niedere Stellung der *Phytolaccaceae* am Centro-spermae-Ast (PAX); Einbeziehung der *Primulales* in die *Centrospermae* (WETTSTEIN); Einbeziehung der *Lentibulariaceae* in die *Primulales* (LINDLEY); Ableitung der *Um-belliferales* von den *Myrtales* (HARMS); Ableitung des Columniferen-Astes von den mittelhohen *Parietales* (SCHUMANN); Einordnung der *Empetraceae* in die *Sapindales* und Anlehnung der *Ericales* an die *Empetraceae*, folgend Ableitung der *Ericales* von den *Sapindales* (WETTSTEIN); Pleiophylie der *Sympetalae* (HALLIER, WETTSTEIN).

Diese schon recht lang gewordene Liste stellt nur einige Hauptpunkte dar, in denen von gegnerischer Seite angegriffene oder nicht sofort aus der Morphologie als richtig erkennbare Aussagen des sero-diagnostischen Stammbaums ihre morpholo-gischen Beweisstellen zugeordnet erhalten haben, die Aufzählung könnte noch belie-big vermehrt werden. Ich habe daran aber kein besonderes Interesse.

Es kann festgestellt werden: nicht eine einzige Aussage des sero-diagnosti-schen Stammbaums steht mit der Morphologie in Widerspruch oder könnte nicht durch Aussagen aus der morphologischen Literatur gestützt werden; seine allermeisten Angaben decken sich völlig mit den allgemein anerkannten Ergebnissen der Morpho-

logie. Aus dieser Tatsache entnehmen wir die feste Zuversicht, dass bei weiterem Studium der Morphologen sich unser Stammbaum mehr und mehr als richtig, als Darstellung der historischen Phylogenie herausstellen und anerkannt werden wird.

Unser sero-diagnostischer "Königsberger" Stammbaum hat ferner, und dies ist wohl zu beachten, gegenüber den bisher bestehenden Systemen den grossen Vorzug, dass er die "membra disjecta" der Pflanzenreihen alle, ohne jede Ausnahme, in organischen Zusammenhang bringt; dass diese Aussage über deren phylogenetische Verknüpfung nicht hypothetisch und als unbeweisbare Meinungen, sondern scharf und bestimmt unter Angabe der verknüpfenden Formenkreise gemacht werden. Der erste mit unserer experimentellen Systematik ans Licht tretende Stammbaum des gesamten Pflanzenreichs stellt demnach auch die erste umfassende Phylogenie desselben dar.

Deshalb ist es nicht zu verwundern, dass unser Stammbaum die Zustimmung besonders der durch experimentelle Tätigkeit an kausales Denken gewöhnten Fachgenossen gefunden hat. Auch hatten die mehr physiologisch eingestellten Botaniker weniger Hemmungen zu überwinden, die aus alten und deshalb lieb gewordenen Vorstellungen sich von selbst ergeben. Unser Stammbaum ist z.B. von HEGI sowie von BORZA bereits glatt angenommen worden.

2. Der serologische Stammbaum und die Geologie.

Ausser unserer experimentell-phylogenetischen Forschung ist noch ein anderer Teil der Biologie notwendiger Weise historisch eingestellt: die Paläontologie. Mögen die Lücken in den uns fossil überkommenen Resten auch noch so gross sein und müssen wir deswegen unser Bedauern über nicht in jedem Einzelpunkt mögliche Verifikation der Aussagen unseres Systemes durch die Paläobotanik aussprechen, so ist doch in den Hauptsachen völlige Übereinstimmung vorhanden und unser Stammbaum gewinnt, auf die Erdgeschichte projiziert, eine weitere Bestätigung seiner Richtigkeit.

Die experimentelle Systematik hat erwiesen, dass autobiontische Bakterien die niedrigsten uns bekannten Organismen sind. Dies stimmt durchaus mit dem überein, was uns die Erdgeschichte über die Zeitumstände aussagt, in denen das Leben entstanden sein kann.

Wir werden, aus oben ausgeführten Gründen, die zur Weiterentwicklung führende Variation des Idioplasmas uns zunächst sehr zögernd und wenig ausgreifend vorzustellen haben. Erst mit eingetretener weiterer Komplikation wird eine immer schneller vor sich gehende Evolution denkbar sein. So ist es für unsere Vorstellungen wünschenswert, den Zeitraum für die Entwicklung der Phylogenie der Organismen so lang wie möglich rechnen zu können. Wir werden annehmen dürfen, dass die Entwicklung des Lebens gleich nach Überwindung der Siede-Temperatur des Wassers, also mit dem dauernden Auftreten von tropfbar-flüssigem Wasser begonnen habe.

Für die Annahme der autobiontischen Bakterien als primärste Organismen ist günstig, dass sich unter ihnen besonders viele extrem thermophile Formen finden. Diese können bereits in einer sehr warmen Erdperiode gelebt haben.

Ferner sind die erdgeschichtlichen Vorstellungen von ARRHENIUS und JOH. WALTHER zu berücksichtigen, nach denen in den heissen Primärzeiten des Lebens die Ozeane als Wolken in der Luft hingen, den Sonnenstrahlen den Weg zur Erde versperrend. Eine mit Hilfe des Chlorophylls stattfindende Assimilation des zum Aufbau der lebendigen Substanz notwendigen Kohlenstoffs konnte deshalb damals nicht vorhanden sein; die primärsten Organismen mussten mit Chemo-Synthese arbeiten. - Es trifft sich gut und ist vortrefflich mit dem serologischen Stammbaum übereinstimmend, dass wir an der Basis desselben die Eisenbakterien (deren Chemo-Synthese neuestens wieder durch CHOLODNY sichergestellt ist) nachgewiesen haben, die Stellung der (bisher serologisch noch nicht untersuchten) *Thiobacterales* und *Nitrobacterales* mit besten Gründen dort vermuten dürfen. Dagegen, dass diese autotrophen Bakterien von heterotrophen abgeleitete Reduktionsformen darstellen, spricht mit grosser Gewissheit die energetische Minderwertigkeit ihrer zum Ener-

gie-Stoffwechsel verwendete Nahrung. Es erscheint undenkbar, dass Organismen, welche bereits den Kohlen-Energie-Stoffwechsel erreicht hatten, die so ergiebige Energie-Quelle der Kohlenstoff-Verbindungen zu Gunsten der energetisch minderwertigen Nahrung wie Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Ferro-Bicarbonat wieder aufgegeben hätten. Diese Formen waren dem "Ur-Dunkel" angepasst und können in ihrer Entstehung allein durch dessen Bedingungen verstanden werden.

Rechnen wir noch hinzu, dass die Bakterien typische Moneren im Sinne HAECKELS sind, so erscheint mir der Beweis schlüssig, dass in den Primärzeiten der Erde allein die auch morphologisch einfachsten autotrophen Bakterien lebensfähig waren.

Erst mit dem Vordringen der Sonnenstrahlen bis zur Erdoberfläche konnte das Chlorophyll erworben werden und in Funktion treten. Diese geologisch zweite Stufe der Pflanzen-Entwicklung ist durch den serologischen Anschluss der *Cyanophyceales* an die Bakterien erwiesen; mit der Morphologie steht dieser Anschluss ausgezeichnet in Übereinstimmung, denn auch die *Cyanophyceales* entbehren noch des Zellkernes. Auch biologisch wird dieser Anschluss dadurch unterstützt, dass die *Cyanophyceales* gleichfalls eine grössere Zahl thermophiler Organismen umfassen.

Von hier ab nach oben verlässt uns zunächst die Erdgeschichte als Vergleichs-Wissenschaft eine weite Strecke. Auf dieser würde aller Wahrscheinlichkeit nach ein sero-diagnostischer Stammbaum der Tierwelt gute Stütze durch die Paläontologie erhalten können, denn sehr viele Reste von Wassertieren waren genügend widerstandsfähig um uns fossil erhalten zu bleiben, während dies bezüglich der zarten, schleimigen Algen nicht oder doch nur in ganz verschwindenden Ausnahmefällen (Kalk-Algen) zutraf. Die gesamte Lebewelt war zunächst eine solche des Wassers. Auch die Pflanzen (Algen) müssen in diesen uralten Schichten bereits zu hoher Entwicklung gelangt sein, denn wir sehen mit der beginnenden umfangreicheren Landbildung im Devon bereits die Algen phylogenetisch hoch überragende, aber nach den Serum-Reaktionen mit Sicherheit (durch Vermittelung der Moose) von ihnen abstammende echte Landpflanzen, die Psilophyten, auftreten.

Auf einen Punkt muss hier besonders aufmerksam gemacht werden: der oben bereits erwähnte Geologe STOLLEY (vergl. auch MEZ in Botan. Echo I (1925) p. 67) schreibt (18. Jahresber. Niedersächs. Geol. Ver. Hannover, 1925, p. 86): "MEZ verlegt gar die früheste Existenz der niederen und mittelhohen Archegoniaten in das Praecambium und "fabelt" (sic!) darüber" etc. - Hier wird Herr STOLLEY sich mit den sachverständigeren Geologen KRÄUSEL und WEYLAND auseinander zu setzen haben, die im *Archaeoxylon Krasseri* Kräus. sogar eine mit Tracheiden versehene Landpflanze aus den Algonkischen Schichten erwähnen, also gleichfalls im früheren Präcambrium die Existenz von Archegoniaten, und zwar nicht nur von niederen und mittelhohen, sondern bereits von hohen Archegoniaten lehren. Aber es ist Herrn STOLLEYS Art, mit beleidigenden Ausdrücken seine Gegner anzufallen. Nur darf er sich dann nicht darüber wundern, wenn er, der abzutrupfen liebt, einmal an die falsche Adresse gerät!

Der Glaube, dass die Muscineen ein geologisch junger Formenkreis sei, erscheint bei den Paläobotanikern weit verbreitet. Entgegen der in dieser Beziehung durchaus einstimmigen Meinung sämtlicher botanischer Phylogenetiker hat STOLLEY seine bereits zitierte gegen uns gerichtete Schmähschrift auf diesen Punkt aufgebaut. Es gereicht mir daher zur Befriedigung, dass die älteren Angaben KIDSTONS über das Vorkommen *Marchantia*-ähnlicher Thalli im Kulm neuestens durch die Auffindung bereits weit abgeleiteter "*Hepaticites*"-Arten im mittleren Karbon durch WALTON gestützt werden. Ich bin völlig sicher, dass weitere Forschungen hier die Lücke ausfüllen werden, die im Devon noch besteht. Denn wie die Morphologie, Entwicklungsgeschichte und Serologie es lehrt, so demonstriert uns auch die allgemeine biologische Zusammensetzung der Moose aus aquatischen Gametophyten und atmosphärischen Sporophyten die Zwischenstellung dieses Formenkreises an der Spitze der Algen, an der Basis der Archegoniaten. - Dass die Verbindungsglieder nicht bei der rein aquatischen *Coleochaete*, sondern bei deren nahen, in den nassen Tropenwäldern auf Blättern lebenden Verwandten zu suchen sind, sei hier bemerkt.

Sehr schön passt nun weiter zu unserm Stammbaum die Tatsache, dass die Geologen als primäre Moose die *Hepaticae* aufgefunden, wie auch wir die *Hepaticae* als

ursprünglich, die *Musci frondosi* als abgeleitet erkannt haben.

Ein grosses Kapitel könnte die Stellung von *Psilotum*, über die unser Streit mit STOLLEY entbrannt ist, hier bilden. Ich will nur kurz zusammenfassen, dass nach den Serum-Reaktionen *Psilotum* eklatant zwischen *Anthoceros* als höchster Lebermoos und den niedersten *Filicales* steht, also an der Stelle, welche der Morphologe CAMPBELL und die Geologen KRÄUSEL und WEYLAND den devonischen *Psilophyta* zuweisen, wie es auch KRÄUSEL als erster war, der die Zusammengehörigkeit der *Psilophyta* mit *Psilotum* betont hat. - Auch das zeitliche Auftreten der *Psilophyta* passt demnach zu der serologisch niedrigen Stellung von *Psilotum*.

Auf dem Polyciliaten-Ast der Archegoniaten steht, wie bereits gesagt, ganz in der Nähe des Hauptstammes *Psilotum* (Verwandte: *Psilophyta* des unteren und mittleren Devon); darauf folgen die Articulaten, von denen die fossilen *Pseudoborniales* des Ober-Devon bereits Beziehungen zu den *Borniales* und *Protocalamariales* zeigen. der einzige rezent noch vorhandene Vertreter dieses von ober-devonischen Formen sich ableitenden Artikulaten-Zweiges ist bekanntlich *Equisetum*, dessen Serum-Reaktionen geeignet sind, die Lage der Artikulaten im Stammbaum zu definieren.

Gleichfalls nur in einem einzigen Relikt-Formenkreis uns rezent erhalten und deshalb serologisch einordenbar sind die *Isocetales*. Auch deren Verwandte, die *Cyclostigmataceae* erscheinen im obersten Ober-Devon; auch hier passen Geologie und Sero-Diagnostik vortrefflich zusammen.

Von den *Cordaitales*, die wir weiter einsetzen und deren Vorhandensein schon zu Ende des Ober-Devons wahrscheinlich ist, wurde uns leider kein Formenkreis erhalten; sie haben ihre Stelle im Stammbaum hypothetisch nach morphologischen Merkmalen erhalten.

Bezüglich der *Filices*, die wir dann ferner serologisch mit Genauigkeit ansetzen, sind zunächst die *Primofilices* zu nennen; wir glauben in der rezenten *Kaulfussia* ein Relikt dieser gleichfalls an der Grenze des Ober-Devon beginnenden Gruppe noch in der Hand zu haben. Auch die Reaktionen von *Kaulfussia* passen ausgezeichnet zur geologischen Stellung der *Primofilices*.

Fest steht nach der Serologie, dass weiter nach oben folgen die *Marattiaceae* sie scheinen im Kulm zuerst aufzutreten; die fernere Stufe sind serologisch die *Osmundaceae*, von der oberen Kulmgrenze fossil nachgewiesen. - Eine weitere Verfolgung der Farne nach oben und deren Vergleich mit den Daten der Geologie gibt ähnlich gute Ergebnisse, die hier nicht weiter ausgeführt seien.

Nur auf zwei Punkte sei bezüglich des Polyciliaten-Astes noch hingewiesen: die so alt erscheinenden *Hydropterides* wurden als seine Endglieder nachgewiesen, auch geologisch sind sie im oberen Mesozoikum als relativ jung anzusetzen. - Ein anderer End-Ast der Farn-Formen, nämlich die *Cycadales* nehmen gleichfalls erst im Mesozoikum ihren Ursprung; die Verbindung des berühmten und zu so vielen Hypothesen Veranlassung gegebenen habenden *Bennettites* (Kreide) mit *Wielandiella* (Rhät-Lias) glaubt ZIEGENSPECK lösen zu müssen und sieht ersteren als Endglied seines Astes, letztere aber als zu den Koniferen weiter gehende, nach unten an die *Selaginellaceae*-Verwandten anschliessende Bindeform an.

Gehen wir auf dem Hauptstamm nach oben weiter, so treffen wir die serologisch am tiefsten stehenden *Araucariaceae* bereits im Muschelkalk, die niedersten echten Nadelhölzer, als welche sich die *Abietineae* serologisch entpuppt haben, an der Perm-Grenze im Mesozoicum.

In der Kreide beginnen, nachdem aus dem Rhät-Lias die *Wielandiellaceae* und *Nilssoniaceae* als Bindeformen von uns hypothetisch eingesetzt wurden, die serologisch als niedrigste Dikotyle nachgewiesenen *Magnoliaceae* und folgend übrigen *Ranales*.

Von hier ab durch den Wust der Tertiär-Fossilien die Parallelität noch weiter zeigen zu wollen, hat keinen Zweck; das Gesagte und an besonders scharfen Typen illustrierte muss genügen um zu zeigen, dass unser Königsberger Stammbaum auch mit den geologischen Dokumenten ganz unverkennbar übereinstimmt.

3. Serologischer Stammbaum und Relikte.

Mit theoretischen Erwägungen über die Labilität des Idioplasmas haben wir unsere hier niedergelegten Betrachtungen begonnen; doch geschah dies nur, um eine Grundlage für die tatsächliche Höher-Entwicklung des Lebens zu erhalten. Wir haben oben besonders betont, dass die unveränderte Vererbung der Eigenschaften, als auf dem Satz der Identität begründet, sehr viel selbstverständlicher sei als die Variation.

Es wurde uns aber, besonders von phylogenetisch nicht ganz scharf denkender Seite, daraus ein Vorwurf gemacht, dass wir heute noch uralte Organismen, z.B. des Paläozoikums, ja sogar Organismen, welche die allerersten Lebensstufen der noch warmen, ganz jugendlichen Erde verkörpern sollen, lebend in der Hand zu haben glauben. Wenn sich das Leben verändert, wie sollen derartige Formen von der Veränderung ausgenommen werden können?

Wir pflegen derartige Anzweiflungen mit dem handgreiflichen Beispiel des *Ginkgo* zu beantworten, von dem mit völliger Sicherheit feststeht, dass er sich vom oberen Jura durch die Kreide und das Tertiär hindurch bis heute nicht erkennbar geändert hat. - Hier aber soll die Frage dieser und ähnlicher Relikt-Formen, da unsere Arbeit aufs Allerinnigste berührend, kurz aber doch nicht mit einem Beispiel allein behandelt werden.

So lange ein Organismus seinen Lebensbedingungen vollkommen genügt, wird er durch die Variation keinen erkennbaren Vorteil haben. Dieser tritt erst bei Änderungen der Lebensbedingungen in Erscheinung.

So lange das Idioplasma noch sehr einfach ist, wird (wie oben abgeleitet wurde) auch vorhandene Variation sehr geringe Ergebnisse liefern.

Die Lebensverhältnisse im Wasser sind an sich erheblich gleichförmiger, als die auf dem Lande: es wird also direkt als höchst wahrscheinlich zu bezeichnen sein, dass sehr einfache Wasser-Organismen sich noch in primitiver Ausbildung von uralten Zeiten her erhalten haben können.

Dies wird insbesondere für diejenigen primitiven Wasser-Organismen gelten, die (wie z.B. die Schwefel- oder Eisen-Bakterien) von Alters her ganz besondere und von den heutigen im allgemeinen abweichende Lebensbedingungen besitzen, die deshalb auch heute nur ein lokales Vorkommen, das ihnen diese Bedingungen gewährt, aufweisen. Die Relikt-Natur derartiger Organismen ist an sich überaus wahrscheinlich.

Diese ganz besondere Lebens-Bedingungen betreffenden Erwägungen können auch bei viel höheren Organismen angestellt werden, denn sie scheinen mir allgemeine Giltigkeit zu besitzen. So ist es nicht unwahrscheinlich, dass die von uns als uralte Relikte angesprochenen lebenden Formen *Psilotum*, *Ophioglossum*, *Botrychium* durch ihre Mykotrophie zur Erhaltung durch die Jahrtausende befähigt wurden. - An diesen Beispielen mag es genug sein.

Jedenfalls sehen wir, dass die Erhaltung alter, ja sogar ältester Relikt-Formen weder unmöglich, noch unwahrscheinlich ist. Die ungezwungene Einordnung dieser Relikt-Formen, die vielfach (der Natur der Sache nach) überaus singulär im System stehen, in das Bild des Gesamt-Stammbaums ist ein besonderer Vorzug desselben und stützt zugleich seine Wahrscheinlichkeit ganz erheblich.

Alles derartige kann nur durch Beispiele geklärt werden: ich verweise hier allein auf zwei typische Relikt-Formenkreise, die *Ginkgoales* und die *Cycadales*. Über deren Abstammung von den Farnen hat die Serologie jeden Zweifel beseitigt. Damit ist der frühere Kreis der *Gymnospermae* als diphyletisch, aus einem Farn- und einem Selaginellen-Zweig bestehend, erkannt worden. Dass damit LOTSY mit seinen "*Polycillatae*" Recht behalten hat, sei besonders betont; neuestens schliesst sich auch PILGER unserer Anschauung an.

Damit hat die experimentelle Systematik typische Relikte geklärt und zugleich bewiesen, dass wir in ihnen Vertreter sonst untergegangener, früher reicher Vegetationen noch in der Hand haben. Die sero-diagnostischen Reaktionen aber geben uns über das Eiweiss der damals vorhandenen Formenkreise aus den Proben ihrer

Relikte so viel Auskunft, wie wir notwendig brauchen. - Genau dasselbe muss der Fall sein bezüglich der ältesten Ur-Organismen, so weit sie heute noch lebend zur Untersuchung kommen können.

Der voll geordnete und so gut wie lückenlose sero-diagnostische Stammbaum, den wir selbst noch von den niedersten Lebensformen nach ihren rezenten Vertretern, ihren Relikten, aufzustellen in der Lage waren, beweist, dass seit den allergräuesten Dämmerungstagen des Lebens bis heute eine irgend wie erheblichere Änderung der Eiweiss-Qualitäten der Formenkreise nur in soweit eingetreten ist, als die morphologische Ausbildung der auf einander folgenden systematischen Gruppen in Frage kommt. Was in niederer Ausbildungs-Form als Relikt erhalten wurde, hat auch seine Eiweiss-Qualitäten bewahrt, und zwar von den präcambrischen Schichten bis auf den heutigen Tag.

Alle für die vorliegende Abhandlung wichtige und ihre Grundlagen enthaltende Einzel-Literatur ist in dem von mir herausgegebenen "Botanischen Archiv" enthalten; der "Königsberger Stammbaum" ist in grossem Format als Demonstrations-Tafel erschienen.

Ueber die Phylogenie der Bryophyten mit besonderer Berücksichtigung der Hepaticae.

Von KARL MIELINSKI (Königsberg Pr.).

Es ist wie ENGLER (1) in der Einleitung zu seinem Syllabus sagt, "nichts leichter als Behauptungen über Verwandtschaften aufzustellen"; aber nichts schwerer, als diese zu beweisen, könnte man hinzufügen.

Dennoch aber muss es möglich sein, einen richtigen Weg der phylogenetischen Entwicklung zu finden. Mag man auch einen Formenkreis polyphyletisch betrachten, so muss er doch in Wirklichkeit aus mehreren neben einander laufenden Reihen bestehen, wie z.B. ein Kabel aus einer Reihe von Drähten. Wenn es gelänge, die Hülle zu sprengen, so müsste man die einzelnen Drähte herausschälen können. Wie aber in jedem Kabel jeder Draht getrennt läuft und infolge seiner Entstehung doch von dem neben ihm laufenden Draht - wenn auch nur wenig - verschieden ist, so ist es sehr unwahrscheinlich, dass sich die einzelnen Drähte der Entwicklung in allen Dingen völlig gleich verhalten könnten.

Auch hier müsste es möglich sein, die Besonderheiten der einzelnen Reihen zu verfolgen. Die Konvergenzen, welche wir in der Natur finden, sind niemals völlig; es gibt immer Unterschiede, nach denen wir die sich noch so ähnlichen Konvergenzen gliedern können.

Aus verschiedenem Material kann niemals völlig Gleiches entstehen, zumal wenn es sich um so ungeheuer komplexe Dinge handelt, wie es die Lebewesen sind.

Wir wollen es versuchen, die Stränge der Entwicklung im Pflanzenreiche zu zergliedern, und zwar haben wir uns zur phylogenetischen Klärung den Grund des höheren Pflanzenreiches, den vermutlichen Übergang von der Alge zur Landpflanze und den Bildungsherd der Gefäßpflanzen herausgesucht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Mez Carl

Artikel/Article: [Die Bedeutung der Sero-Diagnostik für die stammesgeschichtliche Forschung 1-23](#)