

BOTANISCHES ARCHIV.

Zeitschrift für die gesamte Botanik.

Herausgegeben von Dr. CARL MEZ,

Professor d. Botanik a. d. Univers. Königsberg.

II. Band, Heft 4.

Ausgegeben am 15. Oktober 1922.

Verlag des Herausgebers, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt d. Zeitschrift betreffenden Zuschriften). - Kommission: Verlag d. Repertoriums, Berlin-Dahlem, Fabeckstr. 49 (Adresse für den Bezug d. Zeitschrift).
Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1922 by Carl Mez in Königsberg.

Sero-diagnostische Untersuchungen

über die Verwandtschaftsverhältnisse der Monocotyledonen.

Von ERNST WORSECK (Königsberg Pr.).

ALLGEMEINER TEIL.

In der Reihe der vom botanischen Institut zu Königsberg unternommenen Sammelforschung über die Eiweiss-Verwandtschaften der Familien des Pflanzenreichs wurde mir von Herrn Prof. Dr. MEZ die Gruppe der Monokotyledonen zugewiesen.

Mit HOFMEISTER's klassischen Untersuchungen aus den Jahren 1849 und 1851 war die ursprünglich zwischen Phanerogamen und Kryptogamen bestehende Kluft überbrückt. Der Generationswechsel, so klar bei den Pteridophyten, wurde auch bei den Gymnospermen und Angiospermen als vorhanden nachgewiesen. Die männlichen und weiblichen Prothallien der heterosporen Gefässkryptogamen erhielten ihre stark reduzierten Homologa im Pollenkorn resp. im Embryosack der Phanerogamen (1). Die Frage lautete nun, in welchem Verhältnis stehen die Gymnospermen zu den Angiospermen? Um eine Antwort hierauf zu geben, ist es notwendig, sich klar zu machen, an welche Gruppe der Gefässkryptogamen die Gymnospermen sich anschliessen.

WETTSTEIN (2) sagt: "die lebenden Gymnospermen stellen einen Pflanzentypus dar, der insofern ein einheitlicher ist, als er durchwegs auf farnähnliche Pteridophyten durch Vermittelung der *Cycadofilicinae* zurückzuführen ist; die Einheitlichkeit der ganzen Unterabteilung tritt dadurch nicht so klar hervor, dass es sich bei den lebenden Gymnospermen um Reste einer ehemals reicher gegliederten Pflanzengruppe handelt, die vielfach Endglieder der Verzweigungen des gemeinsamen Stammbaumes darstellen".

Sicher ist jedenfalls, dass die *Cycadinae* unter den Gymnospermen den Pteridophyten ausserordentlich nahe stehen; sie sind durch die *Cycadofilicinae* mit den eusporangiaten *Filicinae* so innig verknüpft, dass es geradezu schwer fällt, präzise Unterscheidungsmerkmale anzugeben (3). Weniger leicht als die Feststellung der Beziehungen zwischen den *Cycadinae* und den *Filicinae* ist die Beantwor-

tung der Frage, ob die übrigen Gymnospermen den gleichen Ursprung haben, ob also die Gymnospermen eine einheitliche Gruppe darstellen; insbesondere kommen hierbei die Coniferen in Betracht (3).

Weiter sagt WETTSTEIN (3) "Bei dem Versuche der phylogenetischen Ableitung der Coniferen ist nämlich schon oft auf die unleugbare habituelle Ähnlichkeit mancher Formen mit Lycopodiinen, insbesondere mit *Lepidodendrales* und *Selaginellales* hingewiesen worden".

KIRSTEIN (4) bestätigte auf sero-diagnostischem Wege die Ableitung der *Coniferae* von den *Lycopodiales ligulatae* und kommt zu dem Schluss, dass wir in den *Abietineae* die ursprünglichsten der heute lebenden Gymnospermen zu sehen haben. Ihr Anschluss an die Selaginellaceen selbst ist zwar unwahrscheinlich und noch von keinem Forscher behauptet worden; schon die Struktur der Coniferen-Stämme mit ihren hofgetüpfelten Holzelementen und ihrem Dickenwachstum lässt sich mit den bei den Selaginellaceen vorliegenden Verhältnissen nicht vereinigen. Wohl aber haben wir in den Selaginellaceen als einer der beiden überlebenden Formen der *Lycopodiales ligulatae* Verwandte der Lepidodendraceen vor uns, bezüglich deren bereits von SEWARD (5) von völlig anderen Gesichtspunkten ausgehend wahrscheinlich gemacht wurde, dass sie in die Aszendenz der Coniferen gehören.

Wird nun die Abstammung der Coniferen, gleichviel welcher Gruppe derselben, von den *Lycopodiales ligulatae* angenommen, so ergibt sich die Homologie, dass die Tragschuppe der *Abietineae* dem Makrosporophyll, die Fruchtschuppe der Ligula homolog sein muss (6). Der weibliche Coniferen-Strobilus ist daher keine Infloreszenz, sondern eine Blüte.

Nach MEZ und GOHLKE (7) ist es daher überwiegend wahrscheinlich, dass die Gymnospermen diphyletisch sind; und zwar leiten sich die *Cycadales* und *Bennettiales* von den *Cycadofilices*, die *Coniferales* von den *Lycopodiales ligulatae* ab.

Wenden wir uns jetzt den Angiospermen und deren phylogenetischer Ableitung zu, so stoßen wir auf eines der schwierigsten Probleme der gesamten Systematik. Letzten Endes spitzt sich die Frage darauf hinaus zu, unter den grössten Gruppen der Angiospermen diejenige herauszufinden, welche als die ursprünglichste zu gelten hat.

Wenn wir hierbei von den Monocotyledonen ab sehen, so kommen in der Hauptsache nur zwei Möglichkeiten infrage: entweder die Monochlamydeen oder die Polycarpicae müssen die ursprünglichsten Dicotylen sein.

A. BRAUN (8) baute sein System auf in der an sich wahrscheinlichen Meinung, dass die höheren Pflanzen genau ebenso sich vom einfachen zum komplizierten Bau entwickelt hätten, wie dies bezüglich der niederen Pflanzen feststeht (9). EICHLER (10) und ENGLER (11) folgen diesen Anschauungen. EICHLER beginnt die Angiospermen mit den *Amentales*, ENGLER mit den *Verticillatae*. ENGLER (11) betrachtet ausdrücklich die typischen achlamydeischen und haplochlamydeischen Blüten als "niedere", primäre Ausbildung, und die phylogenetische Ursprünglichkeit der *Ranales* wird mit folgenden Worten abgelehnt: "Es ist namentlich nicht zuzugeben, dass Familien mit durchweg windblütigen Pflanzen ohne Blütenhülle oder mit einfacher, sich aus insektenblütigen mit einfacher oder doppelter Blütenhülle entwickelt haben".

WETTSTEIN (12) vertritt ebenfalls die Ansicht, dass die Monochlamydeen unter den Angiospermen primär seien. Es sind im wesentlichen dieselben Gründe, die für WETTSTEIN wie für ENGLER bestimmend sind. Doch erscheint ENGLER hierbei wesentlich konsequenter insofern, als er sich nicht klar über die Stellung der Monocotyledonen ausspricht, während WETTSTEIN in dieser Frage seinen Standpunkt bezüglich der Wertung der Apetalen als primärste Angiospermen verlässt und plötzlich an deren Stelle die *Ranales* setzt.

Wenn es nun, wie oben dargestellt wurde, feststeht, dass der Coniferen-Strobilus kein Blütenstand, sondern eine Blüte ist, so wird auch die Hauptstütze für die Hypothese der Ursprünglichkeit der extremen Monochlamydeen fallen. Nach KIRSTEIN (13) sucht WETTSTEIN, als der konsequenteste Vertreter der Erklärung

des weiblichen Abietineen-Zapfens als Infloreszenz, folgerichtig den Anschluss der Angiospermen an die Gymnospermen nicht bei den *Ranales*, sondern bei den *Amentales*. Es ist einleuchtend, dass man nur die Infloreszenz, nicht die Blüte von *Casuarina*, *Betula* etc. mit dem Coniferenzapfen vergleichen kann, wenn man in den *Amentales* die primärsten Angiospermen sehen will.

Die Annahme, dass die *Ranales* die ursprünglichsten der Angiospermen seien, stammt von HALLIER (14). Das Grundlegende in seinem System ist die Anschauung, dass sich Formenkreise mit einfachem Blütenbau von solchen mit komplizierterem, ja reichstem Blütenbau phylogenetisch ableiten: das Reduktionsprinzip.

LANGE (15) sagt über HALLIER folgendes: "Die Stabilisierung dieses Reduktionsprinzips ist aber der einzige wichtige Fortschritt, der mit dieser Systembildung erzielt wurde. Dieser Gedanke hat sich als überaus fruchtbar herausgestellt, seine Anwendung auf die systematische Einteilung darf aber nicht mit der Unbekümmertheit um alle bisherigen durch Morphologie und Entwicklungsgeschichte zutage geförderten Forschungsergebnisse erfolgen, wie dies von HALLIER und (ihm mit grosser und ausgesprochener Reserve folgend) LOTSY geschieht. Nur die vergleichende Anatomie wird von HALLIER anerkannt, aber in einer Weise benützt, die berechnete Kritik herausfordern muss".

Es würde zu weit führen, näher auf diese Hypothese einzugehen; ich wende mich nun den Monokotyledonen und deren phylogenetischem Ursprung zu, der eng verknüpft ist mit dem der Angiospermen.

In der Hauptsache handelt es sich bei diesem Problem um vier Hypothesen: (16)

1) Die Möglichkeit der Ableitung der Dicotyledonen von den Monocotyledonen wurde in neuerer Zeit allein von CELAKOWSKY vertreten.

2) Für die Stellung der Monocotylen am Ende des Angiospermen-Systems traten insbesondere ein: NÄGELI, DRUDE, FRITSCH, PFITZER, G. KARSTEN.

3) Eine entwicklungsgeschichtliche Parallelstellung von Dicotyledonen und Monocotyledonen nahmen unter anderen an: KNY, WARMING, ENGLER, NAWASHIN, BESSEY, COULTER und CHAMBERLAIN.

4) Für eine phylogenetische Ableitung der Monocotyledonen von den Dicotyledonen äusserten sich u. A. STRASBURGER, SARGANT, DELPINO, FLAHAULT, HALLIER, JEFFREY, ARBER und PARKIN und WETTSTEIN.

Zu 1). - Die Vorausstellung der Monocotyledonen vor den Dicotyledonen wäre nur begründet, wenn sich diese Klasse entschieden niedriger erweisen würde als jene der Dicotyledonen, oder wenn die Abstammung der letzteren von den Monocotyledonen aus anderen, speziellen Gründen wahrscheinlich gemacht werden könnte. Beide Voraussetzungen sind aber durch die Morphologie nicht gegeben.

Zu 2). - Von den Vertretern dieser Auffassung liegt mir die Arbeit von FRITSCH (17) vor. Dieser Forscher leugnet nicht eine tatsächliche Verwandtschaft der *Helobia* mit den *Ranales*, aber nicht in dem Sinne, dass die *Alismataceae*, *Butomaceae* u.s.w. etwa von den jetzt lebenden Formen der *Ranunculaceae* und *Nymphaeaceae* abzuleiten wären, sondern dass beide Gruppen auf einen gemeinsamen Ursprung zurückzuführen sind. Er weist die Theorie HALLIER's von sich, als weit über jene Grenze hinausgehend, bis zu welcher wir mit unsern heutigen Kenntnissen überhaupt Schlüsse über die Phylogenie der höheren Pflanzen ziehen können. FRITSCH schliesst seine Ausführungen mit den Worten: "Der enge Anschluss der Dicotyledonen an die Gymnospermen in vielfacher Beziehung ist aber unlängbar; folglich kommt die natürliche Verwandtschaft nur dann zum Ausdruck, wenn wir die Dicotylen an die Gymnospermen anreihen und die Monokotylen an den Schluss des ganzen Pflanzensystems stellen".

Über den Anschluss der Dicotylen an die Gymnospermen kann heute keinerlei Zweifel mehr sein; warum FRITSCH aber die Monocotylen an das Ende des Systems stellen will, ist aus seiner Arbeit nicht entnehmbar. Die Geologie gibt nach ihm über diese Frage keine genügende Auskunft; es bliebe also nur die von ihm erwähnte Chalazogamie als massgebend für seine Stellungnahme. Dass diese nur ein besonderer Fall der Apogamie ist (17) und bei dem gesamten Verwandtschaftskreis der abgeleiteten Familien des Centrospermen-Astes vorkommt (18) aber auch anderen

zum Teil sehr weit entfernten Familien (z.B. den Rosaceen *Alchemilla*, *Sibbaldia*) zukommt (17), ist bekannt. Darin aber einen Hinweis auf nähere Verwandtschaft mit den Gymnospermen, bei denen irgend ähnliche Befruchtungs-Verhältnisse überhaupt nicht vorkommen, zu sehen, erscheint gänzlich abwegig. Die Verzögerung der eintretenden Kopulation, welche man als Vergleichsmoment herangezogen hat und in der man "einen gewissen Grad der Selbständigkeit des Homologons des Gametophyten - und das ist ja das austreibende Pollenkorn ebenso wie der Embryosack -" sehen wollte (19) hat bei den aporogamen Dicotylen und den Gymnospermen völlig verschiedene Ursachen. Die bei der Chalazogamie am stärksten zum Ausdruck kommende parasitäre Ernährungsweise des sich zur Befruchtung anschickenden Pollenschlauches erscheint mir gerade das Gegenteil zu den einfachen bei den Gymnospermen vorliegenden Verhältnissen darzustellen und sehr viel mehr für die weite Abgeleitetheit der chalazogamen Formen als für deren Anlehnung an die Gymnospermen zu sprechen.

Nehmen wir aber selbst mit FRITSCH an, die Chalazogamie sei ein Zeichen für Ursprünglichkeit, so könnte daraus doch nur geschlossen werden (wie dies oft geschehen ist), dass die chalazogamen Familien an die Basis der Angiospermen zu stellen seien. Den Monocotylen aber die Stelle an der Spitze des Systems anzuweisen weil sie, wie die übergrosse Menge der Dicotylen, nicht chalazogam sind, ist zweifellos gewagt.

Zu 3). - Die phylogenetische Parallelstellung von Mono- und Dikotyledonen wird von einer grossen Zahl von Forschern, die sich mit diesem Problem beschäftigt haben, vertreten; über den Ursprung der beiden grossen Abteilungen sind sie sich jedoch durchaus nicht einig.

DRUDE (20) leitet die Dikotylen von den Gymnospermen ab, die Monocotyledonen aber von unbekannten ausgestorbenen Zwischengliedern und beide indirekt von den Pteridophyten.

COULTER (21) stellt die Gymnospermen neben die Angiospermen und leitet diese Gruppen überhaupt nicht voneinander ab.

ENGLER (22) fasst seine Ansichten über den Entwicklungsgang der Monocotyledonen in die Worte zusammen: "Sie müssen mit den Dikotyledonen einen gemeinsamen Ursprung haben, sind aber schwerlich von einer der heute lebenden Gymnospermen-Reihen abzuleiten; die Monocotyledonen sind den Dikotyledonen gleichwertig; es ist unmöglich, die einen auf die andern zurückzuführen".

WETTSTEIN (23) nimmt zu der phylogenetischen Parallelstellung der Mono- mit den Dikotyledonen mit klaren Worten folgendermassen Stellung: "Eine vollständig getrennte phylogenetische Ableitung beider Gruppen erscheint in Anbetracht ihrer grossen Übereinstimmung in wesentlichen Organisations-Eigentümlichkeiten untunlich. Speziell der Bau der Blüten, jener der Sexualorgane, der Verlauf der Befruchtung etc. zeigen so bedeutende Ähnlichkeiten bis in die feinsten Details, dass es entschieden zu weit gegangen wäre, wenn man die Übereinstimmungen bloss als Ergebnis konvergenter Entwicklung ansehen wollte".

Zu 4). - Die vierte Hypothese nimmt die phylogenetische Ableitung der Monocotyledonen von den Dikotyledonen an. Für STRASBURGER (24) ist entscheidend, dass ein Übergang von den Gymnospermen direkt zu den Monocotyledonen völlig ausgeschlossen erscheint; dass dagegen eine Anknüpfung dikotyler Pflanzen an die Gymnospermen nicht ganz aussichtslos sein dürfte. Als Ausgangspunkt der Angiospermen-Entwicklung lässt er die *Polycarpicae* gelten.

WETTSTEIN (23) erklärt sich dahin, dass die Ableitung der Monocotyledonen von den Dikotyledonen keine prinzipiellen Schwierigkeiten verursahe unter der Voraussetzung, dass eine sehr frühe Abzweigung der Monocotyledonen angenommen wird. Dabei weisen alle derartigen Versuche zunächst auf eine Gruppe der Dikotyledonen, und zwar auf die Reihe der *Polycarpicae* hin.

HALLIER (25) leitet die Monocotyledonen von den Dikotyledonen ab, und zwar von seinen *Proberberideae*.

ARBER und PARKIN (26) kommen zu dem Schluss, dass die apetalen Familien, wie die *Piperales*, *Amentales* und *Pandanales* nicht als ursprüngliche Angiospermen

betrachtet werden können. ENGLER's Theorie wird aus mehreren Gründen beanstandet. erstens setzt sie voraus, dass das Perianth de novo entstanden und ein Organ sui generis sein muss. ARBER und PARKIN vermuten das Gegenteil, dass das Perianth eine alte Bildung ist, welche bereits die Fruktifikation der unmittelbaren Vorfahren der Angiospermen besass. Zweitens stehen die sogenannten ursprünglichen Blüten der oben erwähnten Familien ausnahmslos in komplizierten und hoch entwickelten Infloreszenzen, die wir nicht als ursprünglich betrachten können. Drittens ist diese Theorie phylogenetisch unfruchtbar, denn sie liefert keinen Schlüssel zu den Vorfahren der Gruppe, wenn ihr auch das Verdienst der Einfachheit nicht abzusprechen ist; ebenso wenig bestrebt sie sich, die rezenten Angiospermen in eine Entwicklungslinie mit den fossilen Pflanzen früherer Perioden zu bringen.

ARBER und PARKIN betrachten die Angiospermen als eine im wesentlichen monophyletische Gruppe, wobei die Monokotyledonen in einer sehr frühen geologischen Periode vom Dikotylenstamm, und zwar wahrscheinlich von der Formenreihe der *Ranales* abzweigten.

SARGANT (27) kommt in ihrer Betrachtung, ob die Angiospermen mono- oder polyphyletisch seien, zu dem Schluss, sie seien monophyletisch in Hinsicht der vielen gemeinsamen Merkmale, die keiner andern Pflanzengruppe zukommen als den Angiospermen. Sie erwähnt die Keimung des Embryosacks, die Geschichte des Endosperms, die beiden Gruppen gemeinsamen Karpelle und die gemeinsamen Blüten. Dass alle diese gemeinsamen Merkmale von verschiedenen Vorfahren durch Konvergenz entstanden sein sollten, würde eine Reihe von Zufällen erfordern, die unwahrscheinlich und unbegreiflich wären.

Wenn nun die Angiospermen monophyletischen Ursprungs sind, so müsste nach SARGANT die primitive Form der Angiospermen alle diejenigen Merkmale haben, die Mono- und Dikotyledonen gemeinsam sind, aber auch vor allem diejenigen Merkmale, in denen sie sich am prägnantesten unterscheiden. Wenn es gelingen würde, eine derartige Form zu rekonstruieren, würde der zweifellose Beweis erbracht sein, welche von den beiden Gruppen die ursprünglichere ist.

Verhältnismässig leicht ist es, sich die Blüte dieser primitiven Angiospermen zu rekonstruieren. SARGANT stimmt mit ARBER und PARKIN darin überein, dass diese Blüte ein fertiges Gebild sei mit zahlreichen Blumenblättern, Staubblättern und Karpellen, alles auf der Axe spiralig in akropetaler Folge angeordnet; solche Blüten kommen z.B. bei lebenden Arten der *Magnoliaceae* und andern Gliedern der *Ranales* vor (28). In dieser hypothetischen Blüte treffen sich die gemeinsamen Merkmale der Mono- und Dikotyledonen; es bleiben nun noch zu besprechen die Merkmale, welche beide Gruppen voneinander unterscheiden.

SARGANT (29) nennt vor allem zwei Unterscheidungsmerkmale, welche am vollkommensten diese beiden Gruppen auseinanderhalten, nämlich die Anatomie des erwachsenen Stengels und die Zahl der Kotyledonen. Waren nun die primitiven Angiospermen mehr den Mono- oder den Dikotylen ähnlich?

Die Verschiedenheit der Stengelkonstruktion bei den Dikotyledonen und Monokotyledonen ist auf das Vorhandensein oder Fehlen eines aktiven Cambiums zurückzuführen. Dikotylen, bei denen die Cambium-Tätigkeit erloschen ist, zeigen, wie dies HOLM (30) für *Podophyllum* nachgewiesen hat, nicht nur zertreute Anordnung der Gefässbündel, sondern auch amphivasale Struktur, welche entsteht durch die Anastomose benachbarter tordierter collateralen Bündel, was natürlich nicht vorkommen kann, wenn ein Cambiumring die Phloemteile der in einem Kreis liegenden Bündel nach aussen, die Xylemteile nach innen hält. Da nun fast alle Dikotylen aktives Cambium haben, jedoch keine einzige Monocotyle, so stellt sich jetzt die Frage, ob primitive Angiospermen ein Cambium besessen haben oder nicht. Sie müssen aber mit einem solchen versehen gewesen sein, denn bei fossilen Pteridophyten und bei den rezenten Gymnospermen finden wir ein Cambium. Es ist vorläufig gleichgiltig, ob sie von da oder dort sich ableiten.

Dass das Vorhandensein des Cambiums der ältere Zustand ist, geht ferner aus dem Vergleich der Strukturen des Stengels bei Dikotylen und Monocotylen hervor. Der primäre Stengel der Dikotylen zeigt dieselbe Struktur wie der erwachsene und

keine Monocotylen-Eigenschaft. Bei den Monocotylen dagegen zeigt sich der charakteristische Typ erst im älteren Stamme, und oft sind noch Reste der Dikotylen-Struktur nachweisbar, sei es in Cambiumresten oder in der Anordnung der Bündel. So sind die Gefässbündel der Säumlingsinternodien collateral und enthalten oft Spuren eines Cambiums. Bei solchen Formen, bei welchen ihre Anordnung genügend deutlich ist (d.h. bei den selteneren Formen, bei denen die ersten Internodien gut entwickelt sind) liegen die Bündel gewöhnlich in einem einzigen Kreis und sind wie bei den Dikotylen orientiert (31) und zeigen sogar ein kurzlebiges Cambium. Spuren eines Cambiums in den Gefässbündeln von Monocotylen sind mehrfach beobachtet worden. Miss ANDERSSOHN (32) stellte ein Cambium fest bei 13 Arten von monocotylen Sämlingen; am besten erschien es bei *Zea*, *Typha*, *Lilium* und *Dra-caena*. SARGANT (33) fand 10 ausgeprägte Fälle, die zu 8 Gattungen gehörten. Die beste Entwicklung eines Cambiums beobachtete sie im Hypocotyl von *Yucca arbores-cens*. Bei *Yucca gloriosa* und *Yucca aloifolia* konnte sie es ebenfalls deutlich feststellen; auch bei *Milla*, *Dipsadi*, *Galtonia*, *Albuca* und *Fritillaria* erscheint ein Cambium in den Cotyledonarbüdeln. *Elettaria* und *Musa* lassen es in den Bündeln des ersten und zweiten Blattes erkennen. QUEVA (34) fand in den Knollen von *Gloriosa superba* ein aktives Dickenwachstum verursachendes Cambium. QUEVA erwähnt dann auch nach SARGANT (34), dass das Vorhandensein einer Cambiumzone in den Gefässbündel gewisser Monocotylen zeigt, dass wir sie logischer Weise von den primitiven Dikotylen durch frühen Verlust des Cambiums und Vermehrung der Zahl der aus jedem Blatte eintretenden Bündel abgeleitet betrachten dürfen.

SARGANT (35) schliesst diesen Abschnitt ihrer Betrachtungen über das Cambium mit den Worten: "Also müssen die primitiven Angiospermen ein Cambium besessen haben, welches in der einen Linie ihrer Nachkommen gänzlich verloren gieng".

Was nun die Kotyledonen anbetrifft, so steht es fest, dass keine einzige Monocotyle zwei Kotyledonen hat, dagegen finden sich bei den Dikotylen Fälle mit nur einem Kotyledon, wenn auch selten. SARGANT (35) fand nicht ganz 20 Spezies, die sich auf die Familien der *Ranunculaceae*, *Fumariaceae*, *Umbelliferae*, *Primulaceae*, *Lentibulariaceae*, *Nyctaginaceae* und vielleicht auf die von HILL (36) beschriebenen *Peperomia*-Arten verteilen.

Der Besitz des einen Kotyledon ist allgemein bei den Monocotyledonen und der Besitz von 2 Kotyledonen ist annähernd allgemein bei den Dikotyledonen. Die Frage stellt sich nun wieder, ob die primitiven Angiospermen einen oder zwei Kotyledonen hatten.

Vergleichen wir nun die lebenden Angiospermen in dieser Beziehung mit anderen Pflanzen, in erster Linie mit den Gymnospermen. Von diesen haben 2 Kotyledonen die *Gnetaceae*, die *Cycadaceae* die ausgestorbenen *Bennettittaceae*, *Ginkgo* die *Cupressineae* und die *Taxaceae*. Mehr als 2 sind bei den *Abietineae* und *Taxodi-neae* gefunden worden. Von den *Araucarieae* haben *Agathis* 2, *Araucaria* 4 Kotyledonen. Häufig finden wir also bei den Gymnospermen 2 Kotyledonen; ein Kotyledon ist unbekannt. Die polykotylen Gymnospermen haben wahrscheinlich ihre Mehrzahl an Kotyledonen durch Spaltung von 2 erhalten (37). Also lässt der Vergleich mit den Gymnospermen in dieser Beziehung die Annahme zu, dass die 2 Kotyledonen den Angiospermen von ihren Vorfahren überliefert wurden.

Als weitere Stütze für obige Annahme zieht SARGANT die Embryologie an. Es wird die Embryo-Entwicklung von *Capsella* und *Alisma* verglichen. Die Kotyledonen sind die ersten permanenten Organe, welche im Proembryo entwickelt werden. Die Vegetationspunkte von Wurzel und Stengel (Plumula und Radicula) erscheinen später. Dies ist der reguläre Verlauf bei Mono- und Dikotylen. Abgesehen von solchen Formen wie *Cuscuta* (38) finden sich die einzigen Ausnahmen bei den Papaveraceen. Bei *Roemeria refracta* und *Hypocoum procumbens* erscheint der Vegetationspunkt zu gleicher Zeit wie die Kotyledonen (39).

Das freie Ende des Embryo vergrössert sich in beiden Fällen. Bei *Capsella* gabelt es sich in 2 Kotyledonen; bei *Alisma* bildet sich das Ganze zum einzigen Kotyledon um. Die Vegetationsspitze der Wurzel erscheint auf dem anderen Ende des Embryos, diesen vom Suspensor trennend, in beiden Fällen in gleicher Weise.

Die Vegetationsspitze des Stengels erscheint bei *Capeslla* zwischen den Kotyledonen, bei *Alisma* jedoch seitlich des Proembryo gerade unterhalb des einzigen Kotyledo.

Die einfachste Interpretation dieser Vorgänge ist sicherlich, dass die einfache Anlage bei den Monokotylen bleibt, bei den Dikotylen sich teilt. Demnach wären die Monocotylen die ursprünglichen, die Dicotylen die abgeleiteten Formen.

Die Hauptschwierigkeit in der Annahme dieser Lösung ist jedoch, dass der Kotyledo von *Alisma* eine terminale Bildung ist; die beiden Kotyledonen von *Capsella* müssten nun als Spaltungsprodukte eines terminalen Gliedes betrachtet werden. Kann nun, so fragt SARGANT (39) ein vom ganzen Vegetationspunkt gebildetes Glied als ein wirkliches Blatt betrachtet werden? An der Blattnatur der Kotyledonen ist nicht zu zweifeln; so tritt auch hier wieder die Frage nach den terminalen Blättern entgegen und muss ohne Zögern in derselben Weise entschieden werden wie an den andern Stellen der Morphologie dies einmütig geschehen ist. Es ist als sicher anzusehen, dass der terminale Kotyledo von *Alisma* nicht ursprünglich terminal war, sondern durch Hemmung der Anlage des Stengel-Vegetationspunktes terminale Stellung angenommen hat, denn bei den *Commelinaceae* und *Dioscoreaceae* ist der Kotyledon lateral und der Stengel-Vegetationspunkt ist terminal angelegt. Bei *Tamus* (*Dioscoreaceae*) biegt sich der Kotyledon nachträglich über den wenig entwickelten Stengel-Vegetationspunkt und scheint dadurch terminal zu sein. Auch spricht dafür der Umstand, dass bei *Pistia* auch die ersten 7 oder 8 Laubblätter angelegt werden bevor der Vegetationspunkt vorhanden ist, und dass diese alle scheinbar terminal entstehen. Dennoch zweifelt niemand an der Blattnatur dieser 7 - 8 Laubblätter.

Da nun der einzige Kotyledon der ancestralen Monokotylen lateral war, fragt es sich, ob er sich in Deszendenz von einem einzigen lateralen Kotyledon der primitiven Angiospermen ableitet. Falls dies zutrifft, müssten die 2 Kotyledonen der Dikotylen entstanden sein durch Spaltung eines einzigen lateralen Gliedes, oder durch Zufügung eines zweiten Kotyledons zu dem vorhandenen.

Falls dagegen die primitiven Angiospermen zwei Kotyledonen hatten und der einzige Kotyledon der Monocotylen lateral ist, muss dieser durch Abort des zweiten oder durch Fusion der beiden Kotyledonen der primitiven Angiospermen entstanden sein.

Wie verhalten sich nun zu diesen Möglichkeiten die Dikotylen mit einem Keimblatt?

SCHMID (41) untersuchte von diesen *Ranunculus Ficaria*, *Corydalis cava* und *Carum bulbocastanum*. Wie ist hier der eine Kotyledon entstanden, durch Fusion oder durch Unterdrückung? - Die Ansichten sind geteilt; SCHMID nimmt an durch Unterdrückung, STERCKS (42) bei *Ficaria* durch Fusion. Es ist keine Entscheidung zu erzielen.

Aus dem Dargestellten folgt: 1. der Vergleich mit den Gymnospermen lässt die Annahme zu, dass die primitiven Angiospermen 2 Kotyledonen hatten; 2. die Entwicklung des Embryo im Embryosack gibt keinen entscheidenden Aufschluss über die Frage nach dem Alter der Formen.

Indem ich im wesentlichen SARGANT's Darstellung weiter folge, sei ferner untersucht, ob die Keimung vielleicht Aufschluss über die strittige Frage gibt.

Jeder Keimling durchläuft eine Periode, in der er, da die Plumula noch sehr klein ist, aus den Kotyledonen, dem Hypokotyl und der primären Wurzel besteht. In diesem Stadium differenziert sich das Gefässbündel-System, an welchem zunächst die Plumula-Bündel keinen Teil nehmen (43). So einfach dieses primäre Gefässbündel auch ist, so ist es doch variabel, und gewisse Typen sind charakteristisch für gewisse Genera oder gar für ganze Familien. Liesse sich nun nachweisen, dass der primitivste Typus der Monokotylen derselbe ist, wie der primitivste Typus der Dikotylen, so würde man hieraus folgern können, dass dieser Typ bei den primitiven Angiospermen vorhanden war.

Der Typus für die Monokotylen ist von SARGANT in *Anemarrhena* gefunden worden, und für die Dikotylen haben TAUSLEY und THOMAS (44) einen gewissen Typus

aufgestellt, den sie für primitiv in dieser Gruppe halten. Beide Typen sehen sich sehr ähnlich. SARGANT schliesst daraus, dass dieser Typus den primitiven Angiospermen eigen gewesen sei. Daraus folgt als Wichtigstes, dass die Sämlingsstruktur der Monokotylen bilateral symmetrisch ist wie die der primitiven Dikotylen. Bilateral symmetrisch würden dann auch die primitiven Angiospermen sein, folglich dikotyl.

Dies wird weiter durch folgende Tatsachen bewiesen: Charakteristisch für die Sämlings-Gefässbündel der Dikotylen ist der diarche und der tetrarche Typus. Die bilaterale Symmetrie des Gefässbündel-Systems im Hypokotyl rührt daher, dass jeder Kotyledon die Hälfte dazu liefert. Man kann nicht sagen, welcher Typus der primitive ist, der diarche oder der tetrarche, doch ist nach der tetrarchen Hypokotyl-Struktur der Gymnospermen zu schliessen, dass der tetrarche Typus der primitivere ist. Auch im Falle, dass der diarche Typus der ältere wäre, würde doch aus dem Vorhandensein von 2 Kotyledonen die Tatsache hervorgehen, dass das Gefässbündelsystem des Dikotylen-Hypocotyls bilateral-symmetrisch ist.

Bei den Monokotylen gelang es SARGANT, einen Typ herauszufinden, der als primitiv gelten kann. Die oben bereits erwähnte Asphodelee *Anemarrhena* könnte ihrer Meinung nach nicht nur für die Liliaceen, sondern vielleicht auch für alle Monokotylen als primitiv gelten (45).

Anemarrhena hat in ihrem Cotyledon über dessen ganze Länge zwei Gefässbündel, die in dem auf dem Querschnitt elliptischen Organ ungefähr in den Brennpunkten liegen. Diese Gefässbündel treten in das ganz kurze Hypocotyl ein, dessen Gefässbündelsystem also symmetrisch ist. Später, beim Übergang zur Wurzel, wird die Anordnung durch Teilung von Xylem und Phloem tetrarch, was nach Miss SARGANT ebenfalls für die Ursprünglichkeit des tetrarchen Typus spricht. SARGANT schliesst nun aus dem Umstand, dass das Hypokotyl bei *Anemarrhena* ein symmetrisches Gefässbündel hat, und dass die Symmetrie des Gefässbündelsystems des Dikotylen-Hypocotyls seine Symmetrie der Anwesenheit zweier Kotyledonen verdankt, dass auch bei *Anemarrhena* diese Symmetrie durch zwei Kotyledonen bedingt wird, dass also der Kotyledon von *Anemarrhena* in der Tat ein Verwachsungsprodukt zweier Kotyledonen ist (46).

Demnach ist der strikte Beweis dafür geführt, dass die primitiven Angiospermen ein Kambium besessen haben; es ist höchst wahrscheinlich gemacht, dass bei ihnen zwei Kotyledonen vorhanden gewesen sind. Nach den embryologischen Daten ist gleichfalls überwiegend wahrscheinlich, dass der eine Kotyledon der Monokotylen aus einer Fusion des ancestralen Kotyledonen-Paares entstanden ist.

Noch von einer anderen Seite können wir, im wesentlichen SARGANT folgend, das Problem anfassen. Dabei ist es zunächst belanglos, welcher Ansicht bezüglich der Cotyledonar-Zahl wir folgen. Ein Zweig der primitiven Angiospermen-Abkömmlinge hat die ursprüngliche Zahl geerbt, der andere hat sie nach seiner Art umgewandelt. In jedem Fall muss eine Ursache für die Wandlung vorhanden gewesen sein und die Umwandlung würde nicht lebensfähig gewesen sein, hätten nicht Umstände vorgeherrscht, unter welchen die neue Struktur in mancher Hinsicht der alten vorzuziehen war.

Es soll nun untersucht werden, welche Umstände dazu geführt haben, die Kotyledonen-Zahl und die Stengel-Anatomie (um nur die Haupt-Merkmale zu behandeln) bei dem einen Deszendenten zu verändern. LYON (47) vertritt die Anschauung, die Zweizahl der Kotyledonen sei entstanden durch Spaltung eines einzigen. Als Ursache für die Spaltung sieht er den Umstand an, dass ein gespaltener Kotyledon beim Freiwerden aus dem Samen von Nutzen sein könnte, im Übrigen wird kein Versuch gemacht, die Stengel-Anatomie der Dikotylen oder irgend ein anderes ihrer wichtigsten Merkmale mit der Form ihrer Keimlinge in Beziehung zu bringen. Die Theorie, welche die Monokotylen als Stammformen der Dikotylen ansieht, hat sich als unfruchtbar erwiesen.

Die wenigen Autoren, welche in früheren Zeiten die Monokotylen aus den Dikotylen entstanden sich vorstellten, nahmen in der Mehrzahl an, dass bei dieser Abstammung der eine Kotyledon durch Abort verloren gegangen sei.

Die wichtigste Arbeit der letzten Jahre, die dies Thema behandelt, stammt von HENSLOW (48). Er stellt 3 Behauptungen auf und sucht sie durch viele Beweise zu erhärten:

1) Die Monokotylen sind von einer dikotyledonären Stammform abzuleiten, die 2 Kotyledonen, ein richtiges Kambium und einige andere Merkmale der Dikotylen besessen haben müssen.

2) Der eine Kotyledon der Monokotylen stellt einen von den zwei Kotyledonen dar, welche die Stammform besass; der andere ist abortiert.

3) Die charakteristischen Merkmale der Monokotylen entwickelten sich während des einen oder mehrerer Zweige des alten Stammes an einen Wasserzustand.

Die Kritik zu 1) erübrigt sich in Anbetracht der vorausgehenden Ausführungen; Punkt 2) und 3) müssen näher erläutert werden.

HENSLOW geht davon aus, dass 33% der monokotylen Familien Wasserpflanzen sind gegenüber 4% bei den Dikotylen. Wenn eine Gruppe oder Familie nur Wasserpflanzen enthält, so ist der Schluss zulässig, dass der gemeinsame Vorfahr auch Wassertypus hatte. Wenn dagegen eine grosse Minderheit von Wasserfamilien innerhalb einer Gruppe besteht, mag die Abstammung von einem Wassertyp aus anderen Gründen ebensogut erklärt werden.

HENSLOW sammelt nun eine Menge Material, das zeigen soll, dass charakteristische Merkmale der Monokotylen sich hauptsächlich und ausschliesslich bei Wasserformen der Dikotylen finden, wenn sie überhaupt bei letzteren festgestellt werden. Einem ähnlichen Gedankengang begegnet man auch, unabhängig von HENSLOW, bei der Besprechung der Polystelie von *Gunnera* durch ANTON K. SCHINDLER (49). - Diese Theorie hat keine allgemeinere Zustimmung gefunden, davon aber, dass sie widerlegt sei, kann nicht gesprochen werden.

Ferner ist in der Frage nach der Entstehung der Monokotyledonie aus dikotylen Bau auf die Arbeit von HILL (50) zu verweisen. HILL fand bei einer Spezies von *Peperomia* 2 Kotyledonen, von denen der eine hypogäisch ist und als Saugorgan dient, während der andere Aussehen und Funktion eines Laubblattes hat. Die Art hat ausgeprägt geophile Struktur; die Samen keimen in schwammigem, krautigem Untergrund; sie sind klein und ihr vaskuläres Gewebe ist so reduziert, dass sie an Samen von Wasserpflanzen, z.B. von *Alisma* erinnern.

HILL nimmt nun an, dass die Monokotylen durch eine Arbeitsteilung ihrer Kotyledonen, wobei der eine zum Saugorgan wurde, während der andere seine assimilatorische Funktion beibehielt, aus den Dikotylen hervorgegangen seien, etwa in der Weise, wie die geophilen "monokotylen" *Peperomia*-Arten aus den dikotylen. Er will damit die Monokotylen nicht von *Piperaceae* ableiten, hält vielmehr die Monokotyledonie der geophilen *Peperomia*-Arten für eine erst vor verhältnismässig kurzer Zeit erworbene Eigenschaft.

SARGANT (51) weist diese Anschauung zurück mit dem Hinweis, dass, wenn der zweite Kotyledon tatsächlich in die Form eines ersten Laubblattes übergegangen wäre, doch noch einige Spuren von Kotyledonar-Anatomie bei ihm gefunden werden müsste, was nicht der Fall ist.

Wie oben ausgeführt wurde, ist durch vergleichende Studien an Monokotylen Samen durch SARGANT wahrscheinlich gemacht worden, dass der einzige Kotyledon der Monokotylen durch Fusion des Kotyledonar-Paars ihrer Vorfahren entstanden ist. Diese Fusion allerdings stelle eine Anpassung an geophile Lebensweise dar.

Nach einer eingehenden Charakteristik der Geophyten und ihrer Lebensweise kommt SARGANT auf die Keimung der Geophyten zu sprechen. Für sie bezeichnend ist unter anderem die Zeitspanne, welche zwischen Aussaat des Samens und dessen Keimung vergeht und welche verursacht wird durch den sehr unreifen Zustand des Embryos in diesen Samen. Bei den durch Fusion der Kotyledonen ausgezeichneten Dikotylen ist ausgesprochen geophile Lebensweise, insbesondere Keimung, zu beobachten, sodass der Schluss nahe liegt, auch die Fusion der Monokotylen-Keimblätter zu dem einzigen Kotyledo derselben könne Folge geophiler Lebensweise der Stammformen gewesen sein.

Es ist bemerkenswert, dass auch die besondere Stengel-Anatomie der Monokoty-

len mit Anpassung an geophile Lebensweise zusammengebracht werden kann.

HOLM (52) beschreibt den Sämling von *Podophyllum peltatum*. Seine Kotyledonen sind zu einem langen Tubus vereinigt; die vaskuläre Symmetrie erinnert an die Monokotylen. Die Anatomie des aufrechten Stengels der erwachsenen Pflanze hat Monokotylen-Charakter. Die Grundblätter sind netzadrig, ihre Blattstiele sind an der Basis zu einer Scheide erweitert, aus der einige Gefässbündel in die unterirdische Knospe einmünden. HOLM hat gezeigt, dass die zerstreute Anordnung der Gefässbündel des Stengels dieser Einrichtung zuzuschreiben ist. Die Bündel der aufrechten Stengels haben ihr Cambium verloren, sie sind geschlossen wie die der Monokotylen. Jedoch findet sich Cambium in den Bündeln der Rhizome, die in einem einzigen Kreis angeordnet sind, allerdings des Interfascikularcambiums entbehren.

Podophyllum peltatum trägt ausgesprochen geophilen Charakter. Die partielle Fusion der Kotyledonen und die Stengel-Anatomie kann sehr wohl als Anpassung an geophile Lebensweise gedeutet werden und eine zu den *Ranales* gehörige Form mit ähnlichen Eigenschaften könnte leicht völlig monokotyle Merkmale annehmen. Sie brauchte nur nicht die lateralen Untergrundschosse zu entwickeln, die *Podophyllum peltatum* befähigen, sich im sumpfigen Grund seiner Heimat auszubreiten; die dicke Untergrundaxe könnte leicht zu einer Knolle erweitert werden mit einem frischen Wurzelansatz in jeder Vegetations-Periode. Die oberirdischen Schosse könnten in ihrer Höhe reduziert werden: eine solche Form, die auch die 3-zählige Blüte von *Podophyllum* hätte, würde nicht weit von einer wirklichen Monokotylen abstehen.

Nach dem Dargestellten ist es nun nicht schwer, den engeren Anschluss der Monokotylen an die Dikotylen genauer zu präzisieren; die Überzahl der Merkmale weist darauf hin, dass bei den *Magnoliaceae* die Abzweigungsstelle zu suchen ist. Von den Monokotylen kommen dabei die *Helobiae* als Bindglied in Frage. Als schon längst bekannte vereinigende Merkmale seien erwähnt:

Dreizähligkeit in den Wirteln der Blüte, besonders des Perianths, findet sich als Typ der Monokotylen, daneben aber auch bei einer grossen Zahl der *Ranales*-Familien;

Die für die niederen *Ranales* charakteristische Acyclizität der zahlreichen Staub- und Fruchtblätter kommt auch vielen *Helobiae* zu.

Grosse Ähnlichkeit in der Plazentation verbindet die *Butomaceae* mit den *Nymphaeaceae*.

Die Apocarpie ist gleichmässig für die *Ranales* wie für die *Helobiae* bezeichnend.

Im anatomischen Bau zeigen viele *Nymphaeaceae*, *Ranunculaceae* und *Berberidaceae* erhebliche Übereinstimmung.

Reduktion der Primärwurzel und Ausbildung von Adventivwurzeln nach Monokotylen-Art zeigen viele *Ranunculaceae* und *Nymphaeaceae*.

Neuerdings sind nun noch mehrere Entdeckungen gemacht worden, die im Zusammenhang mit dem früheren die Ableitung der Monokotylen von den *Ranales* noch wahrscheinlicher machen.

R. E. FRIES (53) fand bei mehreren Gattungen der *Anonaceae* adossierte Vorblätter entweder in allen Regionen oder nur in der floralen. Diese adossierten Vorblätter gelten als typisch für die Monokotylen, während transversale Vorblätter bei den Dikotylen die Regel bilden. Adossierte Vorblätter fanden sich ausserdem noch bei Vertretern der *Nymphaeaceae* und *Aristolochiaceae*, wobei ich darauf aufmerksam mache, dass die in ihrer systematischen Stellung viel umstrittenen *Aristolochiaceae* auf sero-diagnostischem Weg (54) dicht neben die *Anonaceae* verwiesen wurden.

Des weiteren charakteristisch für die Übereinstimmung der Monokotylen mit den *Polycarpicae* ist nach PORSCH (55), dass diese beiden Gruppen auch im Nektarien-Typus übereinstimmen, und zwar besitzen sie gemeinsam Blattnektarien. Die Übereinstimmung geht so weit, dass wir für alle verschiedenen Fälle von Nektarienbildung unter den *Polycarpicae* Parallelfälle unter den Monokotylen wiederfinden.

Im Zusammenhang mit all' diesen Übereinstimmungen zwischen Monokotylen und *Ranales* verdient auch Beachtung, dass HOLMGREN (56) feststellte, dass bei *Butomus umbellatus* gewöhnlich zwar ein einzelliges, aber auch sehr häufig ein zweizelliges, selten ein 3 - 4-zelliges Archesporium vorhanden ist. Bei zweizelligem Archesporium beobachtete er einmal Tetradenteilung in beiden Zellen. Mehrzellige Archespore treten zwar sporadisch bei weit verschiedenen Pflanzengruppen auf, sind aber gerade bei den *Ranunculaceae* eine überaus häufige Erscheinung.

SERO-DIAGNOSTISCHER TEIL.

Zur Methode der Untersuchung.

Gleich meinen Vorgängern arbeitete ich nach den im botanischen Institut zu Königsberg im Gebrauch befindlichen Methoden der Präcipitation und Conglutination (57); als Versuchstiere wurden ausschliesslich Kaninchen verwendet, an denen die Impfungen intraperitoneal ausgeführt wurden.

Zu den mit Erfolg durchgeführten 9 Immunisationen wurden 25 Tiere gebraucht, was als sehr ungünstiges Ergebnis zu bezeichnen ist. Die Immunisationen mit Monokotylen-Eiweiss erfolgten im allgemeinen langsamer und weniger vollkommen, als solche mit Eiweiss-Extrakten aus vielen anderen Gruppen der höheren Pflanzen. Insbesondere habe ich grosse Schwierigkeiten bei der Immunisation mit Gramineen-Eiweiss (*Triticum vulgare*) gehabt. Als Antigen wurde ein Extrakt mit physiol. Kochsalzlösung im Verhältnis 1 : 5 benützt; davon bekam das Tier im ganzen 10 Spritzen mit zusammen 93 ccm Extrakt. Nach der 8. Spritze wurde die Probeblutabnahme gemacht, wobei ein Serum vom Titer 1/12800 bestimmt wurde. Nach 2 weiteren Spritzen wurde das Tier geschlachtet. Bei der Präcipitation zeigte sich, dass mit diesem Serum eine Ausflockung nur mit *Triticum* selbst stattfand, andere Reaktionen konnten damit überhaupt nicht erzielt werden. Auch die Conglutination ergab gleiches Resultat.

Ich weise darauf hin, dass auch MAGNUS (58) selbst bei ganz hoher Immunität mit *Triticum* nie Reaktion ausserhalb der Gramineen erhalten hat; mein Misserfolg bestätigte die Angabe.

WEDELSTADT und FELLNER (59) versuchten durch das Experiment festzustellen, ob durch lange andauernde, spezifische Fütterung im Serum eine durch Präzipitation, Komplementbildung oder Anaphylaxie nachweisbare Veränderung erzielbar sei. Diese Frage hat hier deswegen Interesse, weil durch die Gramineen-Fütterung der Kaninchen (Hafer und Heu) eventuell gerade die Gramineen-Reaktionen alteriert werden könnten. Die genannten Autoren hatten mit ihren Untersuchungen keinen Erfolg. Trotzdem halte ich es nicht für ausgeschlossen, dass MAGNUS' und meine negativen Ergebnisse mit *Triticum* auf die Fütterung der Tiere zurückgeführt werden kann. Ich setzte ein weiteres Tier auf ausschliessliche Wruken-Fütterung und benützte zur Immunisation Hafer-Extrakt. Das Tier kränkelte zwar während der ganzen Impfzeit und magerte sehr ab, ergab aber schliesslich ein Serum vom Titer 1 : 6400, mit welchem auch einige deutliche Reaktionen ausserhalb der Gramineen erzielbar waren.

Der ergänzende Versuch, von einem ungeimpften, dauernd allein mit Hafer gefütterten Tier Serum abzunehmen und mit diesem Verwandtschafts-Reaktionen innerhalb der Gramineen zu unternehmen, hatte den von WEDELSTADT und FELLNER bereits angegebenen Misserfolg.

Nach unsern mit botanischen Objekten gewonnenen Anschauungen müssen wir die Immunkörper als Reste des im Blut irgendwie abgebauten artfremden Eiweiss (oder anderer in's Blut eingebrachter Körper) betrachten, wobei dem fremden Rest blut-eigene Stoffe angelagert werden. Anders ist die Spezifität der Immunkörper und ihre im Verlauf der immer weiter steigenden Immunisation hervortretende qualitative Veränderung (60) nicht erklärbar. Nun erscheint mir nicht undenkbar, dass im vorliegenden Fall der Gramineen-Immunisation an das im Blut des Versuchstiers abgebaute Gramineen-Antigen andauernd wieder Abbauprodukte des durch die Fütte-

rung in die Blutbahnen Gramineen-Eiweisses angelagert und auf diese Weise die Immunkörper sei es insgesamt sei es zum grössten Teil wieder zu Antigenen ergänzt werden. Diese, wie ich gerne zugestehe sehr entfernt liegende Hypothese würde das Verhalten der Versuchstiere bei der Gramineen-Immunisation und deren negativen Ausfall erklären können.

Einige noch weiter zu machende Bemerkungen haben nur für die betreffenden Objekte Bedeutung: Recht viel Schwierigkeiten machte es mir, ein Tier mit *Typha latifolia* zu immunisieren. Die Samen sind durch die nicht entfernbaren Haare so voluminös, dass hier ein steriles Arbeiten zur Qual wird. Zwei Tiere sind mir bei der Behandlung zugrunde gegangen, beim dritten konnte keine über 1/6400 steigende Immunisation erreicht werden, weil auch hier Notschlachtung unvermeidbar wurde. In einer Porzellan-Reibschale habe ich diese Samen mit sterilem Pistill mit physiologischer Kochsalzlösung verreiben und gut durchfeuchtet 24 Stunden stehen gelassen. Dann wurde 0,1% Natronlauge zugesetzt, 10 Minuten maceriert und endlich der dicke Brei abgepresst und zentrifugiert. Anfangs versuchte ich, die Samen in einem grossen Eisenmörser für die ganze Impfperiode auf Vorrat zu zerkleinern; jedoch musste ich dies Verfahren aufgeben, weil nach wenigen Tagen das so gewonnene Pulver keine ESBACH-Reaktion mehr gab.

Nicht möglich war es, mit *Aframomum Melegeta* ein Immuntier zu erzielen; schon nach der ersten Spritze giengen mehrere Tiere sofort ein. Mit *Elettaria Cardamomum* hatte ich auch erst beim dritten Tier Erfolg; hier dauerte die Impfung 8 Wochen und wurde mit ganz kleinen Dosen angefangen und erst ganz allmählig die Impfmenge gesteigert.

Wenn man die im folgenden darzustellenden Ergebnisse meiner Untersuchungen betrachtet, wird zunächst über die wichtigste Frage, nämlich den Anschluss der Monokotylen an den Dikotylenstamm etwas oberhalb der Magnoliaceen keinerlei Zweifel aufkommen können; in dieser Beziehung sind sämtliche positive wie negative Reaktionen vollständig eindeutig.

Auch kann nach diesen Reaktionen nicht bezweifelt werden, dass die *Helobieae* die phylogenetische Basis der Monokotylen darstellen und dass sich von ihnen aus die übrigen Familien dieser Reihe phylogenetisch ableiten.

Gleichfalls kann kein Zweifel bestehen, dass die unterständig-zygomorphen Monocotylen abgeleitete Formenkreise darstellen und von den oberständig-aktinomorphen ihren Ursprung genommen haben.

Endlich ist nach meinen Reaktionen als festgestellt zu betrachten, dass die Glumifloren sich von den mittelhoch organisierten Monokotylen, etwa vom Bau der Liliaceen, ableiten.

Dagegen nehmen die Typhaceen und mit ihnen wahrscheinlich die übrigen Pandanales ihre Entstehung von den niederen Monokotylen, den Helobiae, und haben mit den Glumifloren keine nähere Verwandtschaft.

Endlich sind die Serum-Reaktionen der Annahme einer besonders niederen Stellung der Spathiflorae und Spadiciflorae unter den Monokotylen nicht günstig: sie haben ungefähr die gleiche phylogenetische Höhe wie die Glumiflorae, ohne doch mit diesen gleichen Ursprung zu haben.

Im Übrigen sind bei meinen Versuchen mehrfach, wenn man genauer in die Details eingeht, Unstimmigkeiten hervorgetreten, die sich in der Weise äussern, dass nach den einen Reaktionen sich durch die Niederschlags-Mengen als nahe stehende Formen nach andern Reaktionen wieder entfernter erweisen. Die Reaktionen positiver Art sind in diesen Fällen überall unzweideutig und reciprok vorhanden; nur ihre Intensität lässt keine genügenden Schlüsse auf die genaueren Grade von Verwandtschaften zu. Es ist also gerade unter den Monokotylen mittelhoher Entwicklung der Fall nicht selten, von dem MEZ (61) sagt: "wir achten deshalb nach Möglichkeit auf die sich ergebenden Niederschlagsmengen, legen denselben aber, weil wir bessere Möglichkeiten der Wertung haben, nicht so übergrosse Bedeutung zu".

Ganz neuerdings wurden durch FRIEDBERGER und MEISSNER (62) verschiedene Typen der Präzipitation beschrieben und auch deren Kennzeichen angegeben. Derartige Beobachtungen über verschiedenartige Niederschlagsformen, von denen die einen für

die Konstruktion von Verwandtschafts-Beziehungen beweisend sind, die ändern nicht, haben auch wir nicht selten gemacht. Auch wir haben seit langem den wesentlichen Unterschied zwischen der grossflockigen Fällung, welche phylogenetische Affinität anzeigt, und der körnigen, unspezifischen gekannt und gerade dieser Vorkommnisse wegen immer betont, dass nur das Gesamtbild der von den verschiedensten Ausgangspunkten aus gewonnenen Ergebnisse in ihrer gegenseitigen Bestätigung oder Negation ein wirklich zutreffendes Bild der Phylogenie zu geben vermag. Auf einzelne Reaktionen feste Behauptungen bezüglich der bestehenden Verwandtschaften zu begründen würde nicht wohl angängig sein; so sind auch meine, wegen der Kosten, welche die Arbeiten machen nur stets mit jeder Familie und einem einzigen Versuchstier gewonnenen Resultate des weiteren Ausbaus, der Ergänzung und eventuell in Einzelheiten der Berichtigung bedürftig. An dem grossen allgemeinen Bild, das meine Verwandtschafts-Reaktionen über die Familien der Monokotylen gegeben haben, werden diese Untersuchungen aber nichts ändern.

A u s s e r h a l b d e r M o n o k o t y l e n s t e h e n d e F a m i l i e n .

1. ABIETINAE .- Die Stellung der *Abietineae* ist serologisch dahin präzisiert, dass sie die ursprünglichsten heute lebenden Gymnospermen sind, die zugleich der Anschluss an die *Selaginellaceae* nach unten (63) und *Magnoliaceae* nach oben (64) bieten.

Ich reagierte, stets mit negativem Erfolg, mit *Abies pectinata* ausgehend von *Alisma Plantago* (Titer: 1/6400), *Allium Cepa* (Titer: 1 : 12800), *Canna indica* (Titer: 1 : 12800), *Elettaria Cardamomum* (Titer : 1/6400), *Carex arenaria* (Titer: 1/6400), *Typha latifolia* (Titer : 1/6400).

2. ANONACEAE - Mit *Anona triloba* wurde von mir ein Versuch gemacht, und zwar mit negativem Erfolg von *Canna indica* (Titer : 1/12800) aus.

3. Aristolochiaceae .- Diese Familie wurde zuerst durch die Sero-Diagnostik mit Sicherheit zu den *Ranales* gebracht; sie steht den *Anonaceae* am nächsten. LOTSY (65) bringt sie mit Unrecht in Beziehungen zu den *Araceae*. Ich reagierte mit *Aristolochia Sipho* ausgehend von den *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*, Titer: 1/6400), *Cannaceae* (*Canna indica*, Titer 1/12800), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, Titer 1/6400) mit n e g a t i v e m Erfolg.

Dagegen fand ich positiven Anschluss ausgehend von den *Typhaceae* (*Typha latifolia*, Titer: 1/6400).

4. BERBERIDACEAE .- Mit *Podophyllum Emodi* gab schwach positive Reaktion der Versuch mit den Liliaceen (*Allium Cepa*, Titer 1/12800); dagegen waren negativ die Reaktionen ausgehend von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago*, Titer 1/6400), *Cannaceae* (*Canna indica*, Titer 1/12800), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, Titer 1/6400) und *Typhaceae* (*Typha latifolia*, Titer: 1/6400).

Bei Würdigung dieser Reaktionen ist der verschiedene Titer der angewendeten Immunsere zu beachten. Nach den übrigen, später darzustellenden Reaktionen wäre positives Ergebnis der *Alismataceae* mit Sicherheit zu erwarten gewesen, wenn ein solches von den *Liliaceae* aus vorliegt. Der doppelt so starke Titer des Liliaceen-Serums erklärt aber die fernere Reaktion, während die nähere von *Alisma* ausblieb.

5. CALYCANTHACEAE - Sämtliche Reaktionen, zu welchen leider solche von *Alisma* ausgehend nicht gehörten, waren negativ. Es waren dies die Versuche ausgehend von den *Liliaceae* (*Allium Cepa*, Titer: 1/12800), *Cannaceae* (*Canna indica*, Titer: 1/12800), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, Titer: 1/6400) und *Typhaceae* (*Typha latifolia*, Titer: 1/6400).

6. LARDIZABALACEAE .- Sämtliche Reaktionen mit *Akebia quinata* waren von negativem Erfolg. Ich stellte sie an ausgehend von den *Liliaceae* (*Allium Cepa*, Titer: 1 : 12800), *Cannaceae* (*Canna indica*, Titer: 1/12800), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*, Titer: 1/6400), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, Titer: 1/6400) und *Typhaceae* (*Typha latifolia*, Titer: 1/6400).

7. LAURACEAE .- Ich machte einen Versuch mit *Laurus nobilis* von den *Cannaceae* (*Canna indica* , Titer 1/12800) aus, der negatives Ergebnis hatte.
8. MYRISTICACEAE . - Ich machte einen Versuch mit *Myristica fragrans* von den *Cannaceae* (*Canna indica* , Titer: 1/12800) aus, der gleichfalls negativ verlief.
9. RANUNCULACEAE . - Mit *Nigella damascena* und *Ranunculus illyricus* machte ich fünf Versuche, die sämtlich negativ verliefen, und zwar ausgehend von den: *Liliaceae* (*Allium Cepa* , Titer 1/12800), *Cannaceae* (*Canna indica* , Titer 1/12800), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum* , Titer 1/6400), *Cyperaceae* (*Carex arenaria* , Titer 1/6400), *Typhaceae* (*Typha latifolia* , Titer 1/6400).
10. MENISPERMACEAE . - Mit *Menispermum dahuricum* machte ich Versuche ausgehend von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago* , Titer 1/6400) mit stark positivem Erfolg. Negative Reaktionen erhielt ich ausgehend von den *Liliaceae* (*Allium Cepa* , Titer 1/12800), *Gramineae* (*Avena sativa* , Titer 1/6400), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum* , Titer 1/6400), *Cyperaceae* (*Carex arenaria* , Titer 1/6400), *Palmae* (*Cocos nucifera* , Titer 1/6400), *Iridaceae* (*Iris sibirica* , Titer 1/6400), *Typhaceae* (*Typha latifolia* , Titer 1/6400) . - Zweifelhaft waren die Reaktionen ausgehend von den *Cannaceae* (*Canna indica* , Titer 1/12800).
11. NYMPHAEACEAE . - Von dieser Familie, die LANGE (66) auf Grund seiner sero-diagnostischen Untersuchungen den *Magnoliaceae* ziemlich nahe stellt und die (siehe oben) auch sonst vielfach für den Monokotylen nächststehend angesehen wird, wurden von mir serologisch geprüft *Nymphaea alba* und *Nuphar luteum* . Es ergab sich positive Reaktion ausgehend allein von den *Typhaceae* (*Typha latifolia* , Titer 1/6400) . - Zweifelhafte Reaktionen, die ich als positiv zu werten nicht wage, wurden erreicht ausgehend von den *Cannaceae* (*Canna indica* , Titer 1/12800) und *Iridaceae* (*Iris sibirica* , Titer 1/6400) . - Negativ waren die Reaktionen ausgehend von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago* , zweifelhaft , Titer 1/6400), *Liliaceae* (*Allium Cepa* , Titer 1/12800), *Gramineae* (*Avena sativa* , Titer 1/6400), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum* , Titer 1/6400), *Cyperaceae* (*Carex arenaria* , Titer 1/6400), *Palmae* (*Cocos nucifera* , Titer 1/6400).
12. MAGNOLIACEAE . - *Magnolia Yulan* und *Illicium anisatum* lieferten die Samen zu den Versuchen, die ich mit dieser Familie anstellte. Ich erhielt stark positives Ergebnis ausgehend von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago* , Titer 1/6400) und *Typhaceae* (*Typha latifolia* , Titer 1/6400) . - Schwächer aber unzweifelhaft positive Reaktionen ergaben die *Liliaceae* (*Allium Cepa* , Titer 1/12800), *Cannaceae* (*Canna indica* , Titer 1/12800), *Palmae* (*Cocos nucifera* , Titer 1/6400), *Iridaceae* (*Iris sibirica* , Titer 1/6400) . - Negativ reagierten die *Gramineae* (*Avena sativa* , Titer 1/6400), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum* , Titer 1/6400), *Cyperaceae* (*Carex arenaria* , Titer 1/6400).
13. PIPERACEAE . - Da, wie oben dargestellt, auch diese Familie mit den Monokotylen in phylogenetische Verbindung gebracht wurde, wurde nach ihr hin von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago* , Titer 1/6400) reagiert. Es konnte keinerlei Anschluss erzielt werden.

Werden diese zu ausserhalb der Monokotylen stehenden Familien ausgeführte Serum-Reaktionen für den Ausbau des Stammbaums und die Entscheidung der Frage, wo der Anschluss der Monokotylen zu suchen sei, ausgewertet, so kann die Antwort nicht zweifelhaft sein. Soweit positive Reaktionen erzielt wurden, gehen sie ohne Ausnahme zu Familien der niedersten *Ranales* , nämlich vor allem zu den *Magnoliaceae* , dann zu den *Menispermaceae* , schliesslich schwach zu den *Nymphaeaceae* und *Aristolochiaceae* . Die nach den Serum-Reaktionen den Anschluss in erster Linie vermittelnde Familie ist die der *Alismataceae* ; ihr relativ nahe scheint in dieser Beziehung die Familie der *Typhaceae* zu stehen.

Durch meine positiven Reaktionen von *Alisma* zu *Magnolia* werden die in umgekehrter Richtung bereits von LANGE gewonnenen Ergebnisse (67) reciprok bestätigt und gewinnen dadurch die Sicherheit, welche zur Begründung definitiver Schlüsse gefordert werden muss.

Auch auf die Frage, wo unter den *Ranales* der Anschluss der Monokotylen zu suchen ist, geben meine Untersuchungen Auskunft. Die neben den *Magnoliaceae* -Re-

aktionen gefundenen Anschlüsse insbesondere zu den *Menispermaceae*, aber auch zu den *Nymphaeaceae* und *Aristolochiaceae* scheinen mir zu beweisen, dass die Abzweigung des Monokotylen-Astes von den *Ranales* nicht unterhalb der *Magnoliaceae*, sondern oberhalb derselben, zwischen den *Magnoliaceae* und den *Menispermaceae* stattgefunden hat.

Vergleicht man die Stammbaum-Figur (68), in der unsere bisherigen Ergebnisse zusammengestellt sind, so ist dort die Abzweigung der Monokotylen auch nach meinen Untersuchungen am richtigen Ort eingezeichnet. Nur eine einzige kleine Korrektur jener Figur könnte nach meinen Ergebnissen wünschenswert erscheinen, nämlich eine erhebliche Verkürzung der Linie, welche auf dem Zweig *Magnoliaceae* - *Anonaceae* zu den *Aristolochiaceae* führt. Der zu den letzteren von den primären Monokotylen aus gewonnene Anschluss zeigt, dass sie näher an die *Magnoliaceae* herangenommen werden müssen.

D a s g e g e n s e i t i g e V e r h ä l t n i s d e r M o - n o k o t y l e n - F a m i l i e n .

Indem ich im folgenden von den bereits besprochenen Reaktionen absehe, welche die von mir untersuchten Familien der Monokotylen mit ausserhalb dieser Reihe stehenden Formen gegeben haben, komme ich nun zur Besprechung der innerhalb der Monokotylen gewonnenen serologischen Befunde.

A. Helobiae.

1. ALISMATACEAE. - Bei meinen Versuchen gelang es mir, ein Immunserum von *Alisma Plantago* zu gewinnen; dieses hatte den Titer 1/6400.

Mit diesem Serum reagierten teils stark teils sehr stark die *Araceae* (*Calla palustris* und *Arum maculatum*), die *Bromeliaceae* (*Aechmea bracteata*), die *Butomaceae* (*Butomus umbellatus*), die *Commelinaceae* (*Commelina coelestis*), die *Cyperaceae*, reciprok (*Carex arenaria*), die *Iridaceae*, reciprok (*Iris sibirica*, *Crocus vernus*), die *Juncaginaceae* (*Triglochin maritimum*), die *Liliaceae* (*Veratrum album*, *Fritillaria imperialis*, *Allium Cepa*, *Sabadilla officinalis*, *Muscari racemosum*, *Ornithogalum nutans*), die *Orchidaceae* (*Epipactis palustris*), die *Sparganiaceae* (*Sparganium ramosum*), die *Typhaceae* (*Typha latifolia*), auch reciprok.

Schwächer positiv reagierten die *Cannaceae* (*Canna indica*, auch reciprok, die *Gramineae* (*Andropogon Sorghum*), die *Juncaceae* (*Luzula campestris*), die *Potamogetonaceae* (*Potamogeton perfoliatus*).

Negativ reagierten die oben angegebenen Gymnospermen- und Dikotylen-Familien.

Erreicht mit starker Reaktion wurden die *Alismataceae* ausgehend von den *Cannaceae* (*Canna indica*), auch reciprok; von den *Palmae* (*Cocos nucifera*), und von den *Typhaceae* (*Typha latifolia*), reciprok.

Durch schwächere Reaktionen wurden die *Alismataceae* erreicht ausgehend von den *Liliaceae* (*Allium Cepa*), reciprok, von den *Gramineae* (*Avena sativa*), reciprok, den *Cyperaceae* (*Carex arenaria*) und von den *Iridaceae* (*Iris sibirica*), reciprok.

Nicht erreicht durch eine von oder nach den *Alismataceae* gehende Reaktion wurden die *Zingiberaceae*.

Abgesehen von den starken Reaktionen der *Alismataceae* zu den niedersten *Ranales* ist massgebend für ihre Stellung an der Basis der Monokotylen die Reaktion zu den *Butomaceae*, *Sparganiaceae*, *Typhaceae* und *Juncaginaceae* sowie, dass die *Potamogetonaceae* von hier aus erreicht wurden.

2. BUTOMACEAE. - Nach BUCHENAU (69) sind die *Butomaceae* nahe verwandt mit den *Alismataceae*, aber durch die Plazentation und die zahlreicheren Samen von diesen verschieden. - Als Immunisations-Zentrum konnte diese Familie leider wegen Samen-Mangel nicht verwendet werden.

Von meinen Vorgängern hat allein LANGE (70) versucht, zu den *Butomaceae* hin zu reagieren; es geschah dies von den Ausgangspunkten der *Calycanthaceae*, *Aristolochiaceae* und *Lardizabalaceae*, ohne dass ein positives Ergebnis erzielt wurde.

Bei meinen Versuchen reagierten mit den *Butomaceae* stark die *Alismataceae* (*Alisma Plantago*) und die *Typhaceae* (*Typha latifolia*).

Schwächere Reaktionen zeigten die *Cannaceae* (*Canna indica*, Titer 1/12800), die *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, Titer 1/6400) und die *Palmae* (*Cocos nucifera*, Titer 1/6400).

Negative Reaktionen ergaben die *Liliaceae* (*Allium Cepa*, Titer 1/12800), die *Gramineae* (*Avena sativa*, Titer 1/6400), die *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*, Titer 1/6400) und die *Iridaceae* (*Iris sibirica*, Titer 1/6400).

Von diesen Reaktionen sind mir für die Bestimmung der Stellung der *Butomaceae* bestimmend diejenigen mit den *Alismataceae* und *Typhaceae* in erster Linie, in zweiter die Anschlüsse, welche sich schwächer an sämtliche Familien der mittel-hoch stehenden Monokotylen ergeben haben. Demnach kann darüber kein Zweifel bestehen, dass die *Butomaceae* ganz in der Nähe der *Alismataceae*, aber etwas oberhalb derselben, zwischen *Alismataceae* und *Typhaceae* im System anzuordnen sind.

3. JUNCAGINACEAE. - Nach BUCHENAU und HIERONYMUS (71) zeigt diese Familie vielfache Beziehungen zu den *Alismataceae* und *Potamogetonaceae*. Leider genügte das mir zur Verfügung stehende Samenmaterial von *Triglochin maritimum* nicht, um eine Immunisation damit durchzuführen. Von *Scheuchzeria palustris*, die gleichfalls zu Reaktionen benützt wurde, hatte ich noch weniger Samen.

Am stärksten reagierten die *Juncaginaceae* mit den *Alismataceae* (*Alisma Plantago*, Titer 1/6400) und den *Typhaceae* (*Typha latifolia*, Titer 1/6400), aber auch die *Cannaceae* (*Canna indica*) ergaben gute Reaktion. Dies ist auch hier wieder auf den hohen Titer des *Canna*-Serums zurückzuführen (1/12800), für den Fall, dass nicht auch bei dem *Canna*-Serum wieder ähnliche Verhältnisse vorliegen, wie sie für das Serum von *Cucurbita* von MEZ (72) erörtert worden sind. Jedenfalls muss die Inkongruenz, dass hier die *Cannaceae* stärkere Reaktion ergaben als die nach sonstigen Befunden niedriger und deshalb den *Juncaginaceae* näher stehenden *Liliaceae* hervorgehoben werden.

Ausser den eben schon genannten *Liliaceae* ergaben mit den *Juncaginaceae* schwächere Reaktionen die *Cyperaceae* (*Carex arenaria*) und die *Iridaceae* (*Iris sibirica*).

Negativ waren die Reaktionen ausgehend von den *Gramineae* (*Avena sativa*) und *Palmae* (*Cocos nucifera*). - Von andren Ästen des Systems wurden Reaktionen zu den *Juncaginaceae* bisher noch nicht unternommen; die Reaktionen wurden gleichmässig mit *Triglochin maritimum* und *Scheuchzeria palustris* gemacht; beide Spezies ergaben identische Resultate.

Durch die starke Reaktion mit *Alisma Plantago* wurde mit Sicherheit bestätigt, dass die Lokalisation der *Juncaginaceae* in der Nähe der *Alismataceae* zu Recht besteht. Ob sie, wie nach den mit den *Butomaceae* merkwürdig übereinstimmenden Reaktionen schliessen könnte, ganz in die Nähe dieser und auf die gleiche System-Auszweigung gehören oder nicht, kann vor der Hand nach den wenigen vorliegenden Reaktionen noch nicht entschieden werden. Die positiven Anschlüsse, welche mit den *Juncaginaceae* die *Liliaceae* und *Iridaceae*, welche mit den *Butomaceae* negativ gewesen waren, ergaben haben, scheinen mit darauf hinzuweisen, dass die *Juncaginaceae* besser für sich allein auf einer kleinen Auszweigung oberhalb der *Alismataceae* und *Butomaceae* zu definieren sind.

4. POTAMOGETONACEAE. - Die Verwandtschaft dieser Familie ist bisher noch völlig unbestimmt. Nach ihrem Blütenbau hatte sie ASCHERSON (73) mit den *Araceae* verglichen; der Bau von Samen und Embryo verweist sie aber näher zu den *Alismataceae* und *Hydrocharitaceae*. - Letztere Familie ist von mir wegen völligen Samenmangels leider überhaupt nicht in den Kreis der Untersuchung gezogen worden.

Mit stark positiver Reaktion wurden die *Potamogetonaceae* (*Potamogeton perfoliatus*) erreicht von dem Ausgangspunkt der *Alismataceae* (*Alisma Plantago*, Titer 1/6400); gleichfalls gut positiv waren die Reaktionen von den *Cannaceae* (*Canna indica*, Titer 1/12800) aus. - Über die mit dem *Canna*-Serum sich ergebenden Inkongruenzen, die auch hier wieder in Erscheinung traten, wurde soeben gehandelt.

Schwach positiv waren die Reaktionen ausgehend von den *Liliaceae* (*Allium Cepa*, Titer 1/12800), von den *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, Titer 1/6400) und den

Palmae (*Cocos nucifera*, Titer 1/6400).

Negativ waren die Reaktionen von den Ausgangspunkten der *Gramineae* (*Avena sativa*, Titer 1/6400), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*), *Iridaceae* (*Iris sibirica*) und *Typhaceae* (*Typha latifolia*)

Von früheren Versuchen, die *Potamogetonaceae* serologisch zu erreichen, ist auf LANGE (74) zu verweisen, welcher von *Magnolia Lenneana* nach ihnen hin reagiert hat, ohne zu einem positiven Ergebnis zu gelangen. Auch diese LANGE'sche Reaktion habe ich zu verwerfen, wenn ich die Stellung der *Potamogetonaceae* unter den Monocotylen dahin präzisiere, dass sie zwar an der Basis des Monocotylen-Astes, aber doch von den *Alismataceae* erheblich abgeleitet und den *Magnoliaceae* ferner stehend anzusehen sind. - Mit den *Araceae* sind irgend nähere Beziehungen nach dem sero-diagnostischen Verhalten der Familie nicht vorhanden.

B. PANDANALES.

5. **TYPHACEAE.** - ENGLER (75) stellt diese Familie auf die niederste Stufe der Monocotylen, weil der einfache Blütenbau nicht auf Reduktion zurückführbar sei; im Gegensatz dazu geht CELAKOWSKY (76) von der Anschauung aus, dass *Typha* doch eine reduzierte Form des *Sparganium*-Typus darstelle, indem er annimmt, die Haare unter den Blüten seien Teile der zerschlitzen Blütenhülle und der Blütenstand sei dadurch zustande gekommen, dass die in den Achseln der Hochblätter entstandenen blütenträgenden Seitenzweige mit der Hauptaxe verwachsen seien. - EICHLER (77) erscheint es unmöglich, die *Typhaceae*-Blüten anders als durch ganz willkürliche Annahmen auf das gewöhnliche Monocotylen-Schema zu bringen (was einem Anschluss an die noch zweifellos 3-zählig gebauten *Sparganiaceae* widersprechen würde). Die *Typhaceae* sollen vielmehr eine Formation für sich, deren Anschluss noch ganz zweifelhaft sei, bilden. Einige Anklänge an die *Cyperaceae*, wie auch an die *Araceae* seien vorhanden. Unter den letzteren biete vielleicht *Carex* die meisten Berührungspunkte, doch sei der Fruchtknotenbau ein ganz anderer und *Typha* biete auch kein Analogon des Utriculus; das haarformige Perigon - wenn man die Haare unter den *Typha*-Blüten als solches deuten wolle - würden sich dagegen bei den *Scirpeae*, besonders bei *Eriophorum*, wiederfinden. - WETTSTEIN (78) leitet mit CELAKOWSKY die *Typhaceae* von den *Sparganiaceae* ab.

Das Immunserum von *Typha latifolia*, über dessen schwierige Gewinnung ich oben gehandelt habe, ergab den Titer 1/6400; die Immunisation höher zu treiben misslang leider.

Mit dem *Typha*-Serum ergeben starke Reaktionen die *Alismataceae* (*Alisma Plantago*, auch reciprok), die *Butomaceae* (*Butomus umbellatus*), die *Commelinaceae* (*Commelina coelestis*), die *Juncaceae* (*Luzula campestris*), die *Juncaginaceae* (*Triglochin maritimum*), die *Liliaceae* (*Allium Cepa*, auch reciprok) und die *Sparganiaceae* (*Sparganium ramosum*). - Über die gut positive Reaktion der *Magnoliaceae* (*Magnolia Yulan*) wurde oben bereits gehandelt.

Schwächer positiv reagierten die *Amaryllidaceae* (*Leucojum vernum*), die *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, auch reciprok), die *Gramineae* (*Avena sativa*), die *Iridaceae* (*Iris sibirica*, auch reciprok). - Über die ganz schwach positiven Reaktionen der *Nymphaeaceae* (*Nuphar luteum*) und *Aristolochiaceae* (*Aristolochia Sipho*) habe ich oben bereits gehandelt.

Negative Reaktionen ergeben die Versuche mit den *Araceae* (*Calla palustris*), *Berberidaceae* (*Podophyllum Emodi*), *Calycanthaceae* (*Calycanthus praecox*), *Cannaceae* (*Canna indica*), *Menispermaceae* (*Menispermum dahuricum*), *Musaceae* (*Musa rhodochlamys*), *Orchidaceae* (*Epipactis palustris*), *Palmae* (*Cocos nucifera*), *Potamogetonaceae* (*Potamogeton perfoliatus*), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*), *Abietineae* (*Abies pectinata*), *Ranunculaceae* (*Ranunculus arvensis*) und *Lardizabalaceae* (*Akebia quinata*).

Erreicht wurden die *Typhaceae* mit starker Reaktion ausgehend von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago*, Titer 1/6400, auch reciprok), mit schwächerer, gleichfalls reciprok, von den *Liliaceae* (*Allium Cepa*, Titer 1/12800), ganz schwach von den

Cyperaceae (*Carex arenaria*, Titer 1/6400, reciprok) und von den *Iridaceae* (*Iris sibirica*, Titer 1/6400, gleichfalls reciprok).

Negative Reaktionen lieferten die Ausgangspunkte der *Gramineae* (*Avena sativa*), *Cannaceae* (*Canna indica*), *Palmae* (*Cocos nucifera*) und *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*).

Diese dargestellten Reaktionen sind den Anschauungen, wonach die *Typhaceae* in nähere Verbindung mit den *Cyperaceae* gebracht werden sollen, ebenso ungünstig wie deren isolierter Position an der Basis der Monokotylen. Nach den sero-diagnostischen Ergebnissen erscheint die Ableitung der *Typhaceae* von den *Sparganiaceae* überaus wahrscheinlich; ihr scheinbar so primitiver Blütenbau ist als Reduktionsergebnis anzusehen, ebenso wie dies bezüglich der scheinbar so primitiven *Amentales* sero-diagnostisch nachgewiesen ist (79). - Da die Reaktion ausgehend von den *Alismataceae* (Titer 1/6400) stärker war, als von den mit höherem Titer versehenen *Liliaceae*-Versuchen, stelle ich, gerade der Schwäche der *Liliaceae*-Reaktion wegen, die *Typhaceae* auf einen besonderen System-Ast, der kurz oberhalb der *Alismataceae* abzweigt. Nichts steht dem entgegen, diesen Ast als *Pandanales*-Abzweigung zu bezeichnen.

6. *SPARGANIACEAE*. - Nach ENGLER (80) stehen die *Sparganiaceae* näher den *Pandanaeae* als den *Typhaceae*. Nach CAMPBELL (81) soll eine nähere Verwandtschaft dieser Familie mit den *Gramineae* durch Ähnlichkeit der Entwicklung des Embryos begründet werden; diese Ansicht wird jedoch von GRAEBNER (82) zurückgewiesen. Er ist zwar der Ansicht, dass die morphologischen Verhältnisse eine so nahe Verwandtschaft der Familien nicht erkennen lassen und dass deshalb an eine Vereinigung der *Sparganiaceae* und *Gramineae* zu einer höheren Gruppe oder Reihe nicht gedacht werden kann; immerhin anerkennt GRAEBNER die Resultate CAMPBELL's insoweit, als sie eine erhebliche Stütze darbieten zur Darlegung der Selbständigkeit der *Sparganiaceae* besonders gegenüber den *Typhaceae*.

Stark positiv reagierten die *Sparganiaceae*, von welchen wegen Samenmangel ein Immuntier nicht gewonnen werden konnte, mit den Immunsere der *Alismataceae* (*Alisma Plantago*) und *Typhaceae* (*Typha latifolia*). - Auch mit den *Cannaceae* (*Canna indica*) wurde Reaktion erzielt, über welche aber dieselben Bemerkungen zu machen sind, die bereits oben an zwei Stellen an die *Canna*-Reaktionen geknüpft wurden.

Schwach positiv waren die Reaktionen ausgehend von den *Liliaceae* (*Allium Cepa*).

Negative Reaktionen erhielt ich mit den *Sparganiaceae* ausgehend von den *Gramineae* (*Avena sativa*), *Palmae* (*Cocos nucifera*), *Iridaceae* (*Iris sibirica*) und *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*).

Von ausserhalb der Monokotylen liegenden Formenkreisen wurde bisher noch nicht zu den *Sparganiaceae* hin reagiert.

Wird bei den geschilderten Serum-Reaktionen die Unstimmigkeit, welche wieder zwischen der *Cannaceae*- und der *Liliaceae*-Reaktion besteht, berücksichtigt und die *Cannaceae*-Reaktion als einer späteren Nachprüfung dringend bedürftig weniger hoch gewertet, so können nach allen andern Reaktionen die *Sparganiaceae* ihre fast allgemein angenommene Stellung in der Nähe der *Typhaceae* behalten. Anzeichen für irgend eine andere Präzision der Stellung der *Sparganiaceae* hat die Sero-Diagnostik nicht geliefert; insbesondere hat sie nicht erkennen lassen, dass eine irgend nähere Verbindung der *Sparganiaceae* mit den *Gramineae* besteht. Die *Sparganiaceae* gehören nach ihrem Sero-diagnostischen Verhalten zu den niederen Familien der Monokotylen, stehen im System jedenfalls erheblich unterhalb der eine zentrale Stellung einnehmenden *Liliaceae*, während die *Gramineae* als reduzierte Familie, die weit oberhalb der *Liliaceae* am Stammbaum anzubringen ist, sich erwiesen haben.

C. GLUMIFLORAE.

7. *GRAMINEAE*. - Nach HACKEL (83) ist die Familie der *Gramineae* streng für sich abgeschlossen. Verwandtschaft sollen sie nur mit den *Cyperaceae* und nach anderer

Meinung auch mit den *Juncaceae* aufweisen. Nach WETTSTEIN (84) stellen die Glumifloren entwicklungsgeschichtlich ein Endglied dar, das durch Vermittelung der *Enantloblastae* auf den Liliifloren-Typus zurückzuführen ist. Auch SCHELLENBERG (85) neigt diesem Anschluss der *Gramineae* zu und macht besonders auf Ähnlichkeiten, die trotz recht verschiedenem Habitus mit den *Commelinaceae* bestehen, aufmerksam.

Der Schwierigkeiten, ein Immuntier von *Triticum* zu erzielen, habe ich oben Erwähnung getan. Nach Wruken-Fütterung erhielt ich schliesslich Immunisation mit *Avena sativa*, welche den Titer 1/6400 zeigte und wenigstens einigermaßen den zu stellenden Anforderungen entsprach.

Stark reagierten von den *Gramineae* aus die *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, auch reciprok), die *Commelinaceae* (*Commelina coelestis*) und die *Liliaceae* (*Allium Cepa*, auch reciprok).

Schwach waren die Reaktionen zu den *Alismataceae* (*Alisma Plantago*) und *Ara-ceae* (*Arum maculatum*).

Negativ reagierten vom Ausgangspunkt der *Gramineae* die *Amaryllidaceae* (*Narcissus poeticus*), *Bromeliaceae* (*Aechmea bracteata*), *Butomaceae* (*Butomis umbellatus*), *Cannaceae* (*Canna indica*), *Iridaceae* (*Iris sibirica*), *Juncaceae* (*Juncus effusus*), *Juncaginaceae* (*Scheuchzeria palustris*), *Magnoliaceae* (*Illicium anisatum*), *Menispermaceae* (*Menispermum dahuricum*), *Nymphaeaceae* (*Nuphar luteum*), *Orchidaceae* (*Epipactis palustris*), *Palmae* (*Cocos nucifera*), *Pontederiaceae* (*Pontederia cordata*), *Potamogetonaceae* (*Potamogeton perfoliatus*), *Sparganiaceae* (*Sparganium ramosum*), *Typhaceae* (*Typha latifolia*) und *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*).

Positive Reaktionen mit den *Gramineae* wurden von mir erzielt von den Ausgangspunkten der *Alismataceae* (*Alisma Plantago*), *Liliaceae* (*Allium Cepa*), *Cannaceae* (*Canna indica*), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*), *Palmae* (*Cocos nucifera*), *Iridaceae* (*Iris sibirica*) und *Typhaceae* (*Typha latifolia*). -

Auf die Inkongruenzen, welche hier für die Reaktionen von den *Gramineae* aus und nach ihnen hin mache ich besonders aufmerksam. Dass bei den *Cannaceae* keine Reciprozität eingetreten ist, kann entweder mit den oben bereits mehrfach angemerkten übrigen inkongruenten Reaktionen des *Canna*-Serums zusammenhängen, ist aber vielleicht auch erklärlich durch den verschieden hohen Titer. *Canna* mit seinem hohen Titer und der dadurch bedingten grösseren Reichweite konnte die *Gramineae* erfassen, während diese umgekehrt vermöge ihrer geringeren Serum-Reichweite die *Cannaceae* nicht mehr erreichten. - Bezüglich der übrigen nicht reciproken Reaktionen wurden die betr. Familien von den *Gramineae* aus gleichfalls nicht erreicht. Ich war selbst mit dem *Avena*-Serum, dessen schwierige Gewinnung ich oben geschildert habe, nicht zufrieden. Sollten die Hindernisse an der Erzielung des *Gramineae*-Serums tatsächlich mit der Gras-Nahrung der Kaninchen verbunden sein, was durch weitere Untersuchungen erst geklärt werden müsste, so würde für diese Familie wenigstens sich die Verwendung eines Fleischfressers behufs Gewinnung des Immun-Serums empfehlen. - Im Übrigen mache ich darauf aufmerksam, dass positive Reaktionen serologisch eine erheblich grössere Bedeutung besitzen wie negative (86) und dass ich demnach nicht der Meinung bin, dass die nicht reciproken *Gramineae*-Reaktionen für Schlüsse völlig unverwertbar sind.

Von anderen Ästen des Systems wurde bereits verschiedentlich, und zwar stets mit negativem Ergebnis, nach den *Gramineae* hin reagiert; ich zähle auf: ausgehend von den *Umbelliferae* (*Petroselinum sativum*, 87), *Cucurbitaceae* (*Cucurbita Pepo*, 88), *Rosaceae* (*Pirus prunifolia*, 89), *Juglandaceae* (*Juglans regia*, 90), *Betulaceae* (*Corylus avellana*, 91), *Fagaceae* (*Fagus silvatica*, 92), *Aizoaceae* (*Mesembrianthemum crystallinum*, 93), *Proteaceae* (*Grevillea robusta*, 94), *Rhamnaceae* (*Frangula Alnus*, 95).

Wird nach diesen sero-diagnostischen Befunden die Stellung der *Gramineae* im System bestimmt, so kann es gar keinem Zweifel unterliegen, dass deren nächste Verwandten bei den *Cyperaceae*, *Commelinaceae* und etwas weiter entfernt (siehe den höheren Titer des Serums!) *Liliaceae* zu suchen sind; dagegen stehen die primären

Monokotylen (*Alismataceae*) erheblich weiter entfernt. So bestätigt also die Sero-Diagnostik diejenigen Ansichten, welche in den Gramineen eine reduzierte, nicht eine ursprüngliche Form der Monokotylen erblicken.

8. *CYPERACEAE*. - Nach PAX (96) soll engere Verwandtschaft der *Cyperaceae* mit anderen Familien überhaupt nicht bestehen; auch mit den *Gramineae* und *Juncaceae* soll nur habituelle Ähnlichkeit infrage kommen. - WETTSTEIN (97) zieht stark in Erwägung, fussend auf dem Bau der Samenanlage und des Samens, ob die *Cyperaceae* im Anschluss an die *Juncaceae* und *Flagellariaceae* nicht unter die *Liliiflorae* eingereiht werden sollen. Jedenfalls ist sich WETTSTEIN darüber nicht zweifelhaft, dass die *Cyperales* eine Ausgliederung, und zwar ein Endglied des Liliifloren-Typus darstellen. Er konnte sich zur Eingliederung in die *Liliiflorae* nur deshalb nicht entschliessen, weil diese Reihe dadurch zu sehr an Einheitlichkeit verlieren würde.

Von *Carex arenaria* erhielt ich ein Serum mit dem Titer 1/6400.

Stark positiv reagierten damit die *Gramineae* (*Andropogon Sorghum*, reciprok), die *Commelinaceae* (*Commelina coelestis*), die *Liliaceae* (*Allium Cepa*, auch reciprok, *Fritillaria imperialis*, *Ornithogalum nutans*, *Muscari racemosum*, *Veratrum album*), die *Juncaceae* (*Luzula campestris*), die *Iridaceae* (*Iris sibirica*, reciprok, *Crocus vernus*); auch die *Sparganiaceae* (*Sparganium ramosum*) ergaben Reaktion von erheblicher Stärke.

Schwächere Reaktionen ergaben die *Alismataceae* (*Alisma Plantago*), die *Amaryllidaceae* (*Leucojum vernum*), die *Araceae* (*Calla palustris*), die *Butomaceae* (*Butomus umbellatus*), die *Juncaginaceae* (*Triglochin maritima*), die *Potamogetonaceae* (*Potamogeton perfoliatus*) und die *Typhaceae* (*Typha latifolia*, letztere auch reciprok).

Erreicht wurden von andern Ausgangspunkten her die *Cyperaceae* mit starker Reaktion kommend von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago*), den *Typhaceae* (*Typha latifolia*) und den *Cannaceae* (*Canna indica*). Angesichts der auch hier wieder mit dem *Canna*-Serum bestehenden Inkongruenz verweise ich darauf, dass dieses den Titer 1/12800, das *Carex*-Serum nur den Titer 1/6400 hatte. Auf diese Differenz könnten die verschiedenen Reziprok-Reaktionen hier zurückgeführt werden.

Mit schwächerer Reaktion wurden die *Cyperaceae* erreicht ausgehend von den *Liliaceae* (*Allium Cepa*) und den *Iridaceae* (*Iris sibirica*).

Negativ, und zwar reciprok, waren die Reaktionen der *Cyperaceae* mit den *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*) und den *Palmae* (*Cocos nucifera*).

Von den Monokotylen fernstehenden Familien wurde bisher allein ausgehend von *Fagus silvatica* mit negativem Ergebnis zu den *Cyperaceae* hin reagiert (98).

Nach diesen sero-diagnostischen Versuchen gehören die *Cyperaceae* ohne Zweifel dem gleichen Seitenzweig des Monokotylen-Stammes an wie die *Gramineae*. Beachtenswert erscheint auch hier die Reaktion mit den *Commelinaceae*, welche die genauere Lokalisation des *Glumiflorae*-Zweiges bestimmt, sowie die Erscheinung, dass von den *Cyperaceae* aus die Reaktionen tiefer reichen als von den *Gramineae*. Dies lässt darauf schliessen, dass die letzteren weiter fortentwickelt sind; auch das Diagramm der *Scirpoideae* spricht für relative Nähe der mit vollständigem Diagramm versehenen Monokotylen.

D. PRINCIPES.

9. *PALMAE*. - DRUDE (99) bezeichnet diese Gruppe als eine sehr ausgezeichnete, fast übergangslose Familie; er lässt *Phytelephas* und *Nipa* als Übergänge zu den *Pandaceae* gelten aufgrund einiger Anomalien ihrer Blütenhülle. Frucht und Blüte sind nach ihm sichere und ausnahmslose Merkmale der Palmen-Gruppe. Eine Ähnlichkeit der Blätter mit den *Cyclanthaceae* lässt DRUDE gelten.

WETTSTEIN (100) kann eine nahe Verwandtschaft der in seiner 8. Reihe *Spadiciflorae* vereinigten Familien nicht anerkennen; gewisse auffallende Übereinstimmungen einiger morphologischer und anatomischer Merkmale könnten gut in Übereinstimmung gebracht werden damit, dass es sich um einen Grundtypus handle, jedoch lässt er auch Gründe gelten für die Zerlegung der Reihe. Nach der Morphologie der

Blüten stehe nichts im Wege, die *Spadiciflorae* vom *Liliaceae* -Typus abzuleiten, allerdings müsse diese Entwicklung als weit zurückliegend angenommen werden.

Ich erzielte ein Immunserum von *Cocos nucifera* mit dem Titer 1/6400.

Starke Reaktionen ergaben mit diesem Serum die *Alismataceae* (*Alisma Plantago*, *Sagittaria sagittifolia*), die *Araceae* (*Arum maculatum*, *Calla palustris*), die *Gramineae* (*Avena sativa*, *Andropogon Sorghum*), die *Liliaceae* (*Veratrum album*, *Fritillaria imperialis*, *Muscari racemosum*, *Allium Cepa*).

Schwächer positive Reaktionen ergaben die *Butomaceae* (*Butomus umbellatus*), *Commelinaceae* (*Commelina coelestis*), *Juncaceae* (*Luzula campestris*), *Iridaceae* (*Iris sibirica*, reciprok) und die *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*, reciprok) sowie die *Potamogetonaceae* (*Potamogeton perfoliatus*).

Besonders beachtenswert ist eine schwach positive Reaktion, die zu den *Magnoliaceae* (*Illicium anisatum*) hin gelang.

Negative Reaktionen ergaben die *Amaryllidaceae* (*Narcissus poeticus*), *Bromeliaceae* (*Aechmea bracteata*), *Cannaceae* (*Canna indica*), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*), *Juncaginaceae* (*Scheuchzeria palustris*), *Menispermaceae* (*Menispermum dahuricum*), *Nymphaeaceae* (*Nuphar luteum*), *Orchidaceae* (*Epipactis palustris*), *Pontederiaceae* (*Pontederia cordata*) und die *Sparganiaceae* (*Sparganium ramosum*).— Mit den *Typhaceae* konnten damals noch keine Versuche angestellt werden, weil zu jener Zeit noch keine *Typha*-Samen mir zur Verfügung standen.

Durch positive Reaktionen wurden die *Palmae* erreicht ausgehend von den *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*, reciprok) und den *Iridaceae* (*Iris sibirica*, reciprok).

Negativ waren die Reaktionen ausgehend von den *Gramineae* (*Avena sativa*, Reciprozität fehlt!), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, auch reciprok) und den *Typhaceae* (*Typha latifolia*).

Von andern Ästen des Systems wurden bisher noch keine Versuche nach den Palmen hin unternommen.

Für die Bestimmung der Anordnung der *Palmae* am Stammbaum sind mir von Wichtigkeit zunächst die Reaktionen mit den niederen Monokotylen, welche sogar über diese Gruppe hinaus bis zu den *Magnoliaceae* reichen. Damit wird das bekannte hohe geologische Alter der Palmen bestätigt. Aber auch die Reaktionen zu den mittelhoch stehenden Monokotylen-Familien, insbesondere zu den *Liliaceae*, sind zu beachten. Wir können deshalb die Palmen keineswegs an der Basis des Monokotylen-Astes ansetzen, sondern müssen ihnen eine Stellung zwischen den *Alismataceae* und *Liliaceae*, den letzteren vielleicht mehr genähert, geben. — Über die ganz nahen Beziehungen der Palmen zu den *Spathifloren* wird gleich zu handeln sein.

E. SPATHIFLORAE.

10. *ARACEAE*. — Entgegen der mehr isolierten Stellung, welche die *Araceae* in den gesamten früheren Systemen einnehmen und welche zur Konstruktion der eigenen Reihe der *Spathiflorae* geführt hat, vereinigt WETTSTEIN (100) *Araceae* und *Palmae* unter der Reihe der *Spadiciflorae*. Mit dieser Anschauung stimmen die Serum-Reaktionen gut überein.

Eine Immunisation mit *Araceae*-samen fand wegen Mangel an Material nicht statt. Für die Reaktionen mit den *Araceae* wurde allgemein *Calla palustris* verwendet, nur in wenigen Fällen auch *Arum maculatum*.

Gut positive Reaktionen mit den *Araceae* wurden erzielt vor allem vom Ausgangspunkt der *Palmae* (*Cocos nucifera*), dann auch der *Cyperaceae* (*Carex arenaria*), der *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*), *Alismataceae* (*Alisma Plantago*) und mit dem sehr starken Immunserum der *Cannaceae* (*Canna indica*).

Erheblich schwächer waren die Anschlüsse ausgehend von den *Gramineae* (*Avena sativa*) und *Iridaceae* (*Iris sibirica*).

Ich kann die von den *Liliaceae* (*Allium Cepa*) aus erhaltene negative Reaktion nicht verschweigen; dieselbe stellt eine starke Inkongruenz dar; dagegen hat der negative Ausfall der Reaktion von *Typha* her nichts Überraschendes.

Von anderen, ausserhalb der Monokotylen liegenden Systemstellen her reagierte LANGE (101) ausgehend von *Magnolia Lenneana* und ausgehend von *Nymphaea alba* nach *Calla palustris*. Das Ergebnis war negativ.

Abgesehen von der bezüglich der *Liliaceae*-Reaktion angemerkten zweifellosen Unstimmigkeit ist nach den Serum-Reaktionen kein Grund vorhanden, die *Araceae* den Palmen nicht anzuschliessen und die beiden Reihen der *Spadiciflorae* und *Spa-thiflorae*, so wie WETTSTEIN dies will, zu vereinigen. Über ihre Anordnung am Stammbaum ist das oben bei den *Palmae* gesagte zu wiederholen.

F. FARINOSAE.

11. BROMELIACEAE. - Nach WITTMACK (102) sind die *Bromeliaceae* so regelmässige Monokotylen, dass sie deren typischsten Familien, den *Liliaceae* und *Amaryllidaceae*, ausserordentlich nahe stehen; auch WETTSTEIN (103) stellt die *Bromeliaceae* in die Reihe der *Liliiflorae*, doch trennt sie von diesen ohne allen Zweifel ihr mehliges Endosperm. - Es standen mir nur sehr wenig Samen von *Aechmea bracteata* zur Verfügung; ein Immuntier konnte deshalb von dieser Familie nicht erreicht werden.

Die Reaktionsfähigkeit der Bromeliaceen-Samen war überaus gering. Deutliche positive Reaktionen erhielt ich mit *Aechmea bracteata* ausgehend von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago*, Titer 1/6400), den *Liliaceae* (*Allium Cepa*, Titer 1/12800) und den *Cannaceae* (*Canna indica*, Titer 1/12800).

Negativ reagierten die *Bromeliaceae* von den Ausgangspunkten der *Gramineae* (*Avena sativa*), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*), *Palmae* (*Cocos nucifera*), *Iridaceae* (*Iris sibirica*) und *Typhaceae* (*Typha latifolia*).

Von anderen Ästen des Systems wurden Reaktionen nach den *Bromeliaceae* hin bisher noch nicht ausgeführt.

Über die genauere Stellung der *Bromeliaceae* kann nach diesen Reaktionen noch nichts ausgesagt werden; dazu wird eine diese Familie als Zentrum benützende Immunisation notwendig werden. In Anbetracht der Reaktion mit den *Cannaceae*, von welcher ich allerdings angesichts der Zweifel, die sich auch sonst bezüglich des *Canna*-Serums ergeben haben, nicht besondere Beweiskraft behaupten kann, stelle ich die Bromeliaceen oberhalb der *Liliaceae*. Die sehr wünschenswerte, aber noch nicht erreichte Gewinnung eines *Commelinaceae*-Serums wird zusammen mit einer von den *Bromeliaceae* ausgehenden Immunisation erheblich mehr über die Stellung dieser Familie auszusagen geeignet sein.

12. COMMELINACEAE. - Nach WITTMACK (102) kann diese Familie in phylogenetische Beziehungen zu den *Bromeliaceae* gebracht werden in Hinblick auf die Differentiation ihrer Blütenhülle in einen kelchartigen äusseren und einen kronartigen inneren Kreis. WETTSTEIN (104) reiht die *Commelinaceae* den *Enantioblastae* ein, welche letztere er den *Liliiflorae* nahe stellt; er erwähnt das mehliges Endosperm und den dem Nährgewebe seitlich anliegenden Embryo, welche beiden Merkmale den *Commelinaceae* und den *Bromeliaceae* gemeinsam sind.

Die *Commelinaceae* (*Commelina coelestis*) wurden mit starker positiver Reaktion erreicht von den Ausgangspunkten der *Alismataceae* (*Alisma Plantago*), *Gramineae* (*Avena sativa*), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*) und *Typhaceae* (*Typha latifolia*).

Schwächere positive Reaktionen ergaben die Ausgangspunkte der *Liliaceae* (*Allium Cepa*) und *Palmae* (*Cocos nucifera*).

Mit negativem Ergebnis wurde reagiert ausgehend von den *Cannaceae* (*Canna indica*), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*) und *Iridaceae* (*Iris sibirica*).

Von anderen Ästen des Systems wurden bisher noch keine Reaktionen mit den *Commelinaceae* versucht.

Auch über die Stellung dieser Familie ist bisher noch wenig auszusagen; beachtenswert erscheinen mir besonders die starken Reaktionen mit den *Gramineae* und *Cyperaceae*, welche die oben bereits diskutierte Anschluss-Möglichkeit der *Glumiflorae* beleuchten und von erheblicher Wichtigkeit sind. - Die Reaktionen der *Com-*

melinaceae mit den zu den niederen Monokotylen gehörigen *Alismataceae* und *Typhaceae*, insbesondere die letztere, veranlassen mich, die *Commelinaceae* von den *Bromeliaceae* getrennt auf einen besonderen Zweig des Monokotylen-Astes zu verlegen. Doch betone ich besonders, dass die ganze Anordnung der Monokotylen-Familien noch als vorläufige und weiterer Untersuchungen bedürftige anzusehen ist.

13. *PONTEDERIACEAE*. - Nach SCHÖNLAND (105) schliessen sich die *Pontederiaceae* dem Blütenbau nach den *Liliaceae* an, sind aber von diesen durch den sympodialen Aufbau und eine Anzahl anatomischer Eigentümlichkeiten verschieden. Eine nahe Verwandtschaft lässt SCHÖNLAND weder mit den *Liliaceae* noch mit den *Bromeliaceae* gelten. - WETTSTEIN (106) stellt die *Pontederiaceae* in die Reihe der *Liliiflorae*.

Mir standen nun ganz wenige Samen von *Pontederia cordata* zur Verfügung, die leider nur, und zwar mit negativem Erfolg, von den *Gramineae* (*Avena sativa*) und den *Palmae* (*Cocos nucifera*) aus geprüft wurden. Auch von meinen Vorgängern existieren keine Reaktionen mit den *Pontederiaceae*, sodass ich über die Stellung dieser Familie gar nichts auszusagen vermag und dieselbe auch in dem am Ende der Arbeit gegebenen Stammbaum der Monokotylen mit Stillschweigen übergehen musste.

14. *JUNCACEAE*. - Nach BUCHENAU (107) erinnern die *Juncaceae* in ihrem äusseren Habitus an die *Gramineae* und *Cyperaceae*; nach dem Bau ihrer Blüten stehen sie den *Liliaceae* viel näher und erscheinen als eine primitive Form derselben. - Auch WETTSTEIN (108) stellt die *Juncaceae* den *Liliaceae* sehr nahe; nach ihm zeigen sie auch deutliche Beziehungen zu den *Cyperaceae*.

Ein Immuntier konnte von den *Juncaceae* nicht gewonnen werden; stark bis mittelstark positiv reagierten sie von den Ausgangspunkten der *Alismataceae* (*Alisma Plantago*), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*) und *Typhaceae* (*Typha latifolia*). - Auf die auch hier wieder eintretende starke Reaktion der *Cannaceae* (*Canna indica*) möchte ich, ebenso wie dies bei vielen früheren Anschlüssen dieser Familie bemerkt wurde, nicht allzu viel geben; hier wird eine Nachprüfung notwendig sein.

Schwache Reaktionen erhielt ich von den Ausgangspunkten der *Liliaceae* (*Allium Cepa*), der *Iridaceae* (*Iris sibirica*) und der *Palmae* (*Cocos nucifera*).

Negative Reaktionen ergaben die *Gramineae* (*Avena sativa*) und die *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*). - Von anderen Ästen des Systems existieren Reaktionen nach den *Juncaceae* hin bisher noch nicht.

Die Auswertung dieser Reaktionen ist bisher noch sehr schwierig; es fehlen noch erheblich weiter ausgedehnte Untersuchungen, insbesondere neue Immunisationen von den Central-Familien der Monokotylen aus und besonders kann erst dann etwas definitives über die Stellung der *Juncaceae* ausgesagt werden, wenn sie selbst als Immunisations-Zentrum verwendet worden sein werden. Die bisher vorliegenden Reaktionen weisen im Ganzen auf eine relativ niedere Stellung der *Juncaceae* am Monokotylen-Ast hin und auch die gute Reaktion, welche die *Bromeliaceae*, die den *Juncaceae* nahe verwandt sein dürften, nach *Alisma* hin gegeben haben, würde auf eine Anreihung der *Juncaceae* unterhalb der *Liliaceae* sprechen. Demnach ist die Stellung der Familie, wie sie in meiner Figur am Ende der Arbeit angegeben ist, nur eine provisorische. - Erwähnt sei noch, dass die gute Reaktion der *Juncaceae* mit den *Cyperaceae* einen Anschluss auch der *Gramineae* hätte erwarten lassen. Weswegen dieser nicht gefunden wurde, ist unsicher, doch könnte das eigentümliche Verhalten des Gramineen-Serums, über welches oben gehandelt wurde, mit diesem Manko zusammenhängen.

G. LILIDFLORAE.

15. *LILIACEAE*. - ENGLER (109) stellt die *Liliaceae* in nahe Verwandtschaft einerseits mit den *Juncaceae*, andererseits mit den *Amaryllidaceae*. - Nach WETTSTEIN (110) kommen die *Liliaceae* dem Grundtypus seiner *Liliiflorae* am nächsten; auch nach diesem Autor stehen sie den *Juncaceae* und *Amaryllidaceae* sehr nahe.

Nachdem zwei Tiere bei der Immunisation eingegangen waren, bekam ich bei ganz vorsichtiger Impfung und allmählig steigenden Dosen ein Immuntier von *Allium Cepa* mit dem für die Monokotylen hohen Titer von 1/12800; die Tiere vetragen das *Allium*.

Extrakt auffallend schlecht, werden kraftlos und gehen ohne besondere Krankheits-Symptome ein.

Stark positive Reaktionen ergab das *Allium*-Serum allein bei den Versuchen mit den *Amaryllidaceae* (*Leucojum vernum*).

Schwächere, jedoch immer noch gut positive Reaktionen ergaben die *Alismataceae* (*Alisma Plantago*, auch reciprok), die *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, auch reciprok), die *Gramineae* (*Andropogon Sorghum*, auch reciprok von *Avena* aus), die *Iridaceae* (*Crocus vernus*, auch reciprok von *Iris sibirica* aus), die *Typhaceae* (*Typha latifolia*, auch reciprok), *Bromeliaceae* (*Aechmea bracteata*), *Commelinaceae* (*Commelina coelestis*), *Juncaceae* (*Luzula campestris*), *Juncaginaceae* (*Triglochin maritimum*), *Potamogetonaceae* (*Potamogeton perfoliatus*) und *Sparganiaceae* (*Sparganium ramosum*). - Über die Reaktionen zu Formenkreisen der *Ranales* wurde oben bereits gehandelt.

Negativ reagierten mit den *Liliaceae* die *Araceae* (*Calla palustris*), *Eutoma-ceae* (*Eutomus umbellatus*), *Orchidaceae* (*Epipactis palustris*) und die *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*).

Erreicht wurden die *Liliaceae* (*Allium Cepa*, *Fritillaria imperialis*, *Hemerocallis flava*, *Ornithogalum nutans*, *Muscari racemosum*, *Veratrum album*) von folgenden Ausgangspunkten aus:

Mit starker Reaktion von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago*, reciprok), *Gramineae* (*Avena sativa*, reciprok), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, reciprok), *Typhaceae* (*Typha latifolia*, reciprok). - Ohne Reciprozität ergaben die *Liliaceae* Reaktionen mit den Ausgangspunkten der *Palmae* (*Cocos nucifera*) und *Cannaceae* (*Canna indica*). - Auch hier verweise ich wieder auf die mit dem *Canna*-Serum zutage tretende Unstimmigkeit; die Inkongruenz mit den *Palmae* ist, wie auch die mit den *Cannaceae*, später aufzuklären.

Mit schwacher Reaktion wurden die *Liliaceae* erreicht von den Ausgangspunkten der *Iridaceae* (*Iris sibirica*) und der *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*). - Auch im letzteren Fall besteht in der Reciprok-Reaktion eine wenn auch nur geringere Abweichung. Diese ist umso merkwürdiger, als das *Liliaceae*-Serum einen höheren Titer hatte als dasjenige der *Zingiberaceae*.

Von anderen Ästen des Systems wurden, abgesehen von den oben aufgeführten Fällen, Reaktionen nach den *Liliaceae* hin noch nicht gemacht.

Für die Bestimmung der Stellung der *Liliaceae* ergeben die Serum-Reaktionen unzweideutig, dass diese Familie centrale Stellung unter den Monokotylen, fast gleich weit abstehend von den niederen wie von den abgeleiteten Familien einnimmt. Ich setze sie auf die Verbindungslinie zwischen den *Alismataceae* und den *Cannaceae*.

16. AMARYLLIDACEAE. - Diese trotz vielen Analogien und sehr grosser habitueller Ähnlichkeit durch das unterständige Ovar scharf charakterisierte Familie wird allgemein in die allernächste Verwandtschaft der *Liliaceae* gestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass bei den *Bromeliaceae* die gleichen Differenzen, welche den Unterschied zwischen den *Liliaceae* und den *Amaryllidaceae* bedingen, nur zur Einteilung in Unterfamilien Verwendung finden. - Immunisation von den *Amaryllidaceae* aus fand nicht statt.

Mit starker Reaktion wurden die *Amaryllidaceae* (*Leucojum vernum*) erreicht allein von den *Liliaceae* (*Allium Cepa*) her; schwächer waren die Reaktionen ausgehend von den *Cyperaceae* (*Carex arenaria*) und *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*).

Negativen Erfolg hatten die Reaktionen ausgehend von den *Graminae* (*Avena sativa*) und den *Palmae* (*Cocos nucifera*). - Von anderen Familien aus wurden bisher Reaktionen mit den *Amaryllidaceae* noch nicht ausgeführt.

Nach diesen serologischen Ergebnissen kann wohl gesagt werden, dass die bisherigen Anschauungen über die Stellung der *Amaryllidaceae* auch von dieser Seite aus eine volle Bestätigung erfahren haben. Ich lokalisiere die Familie auf einem kurzen Seitenzweig, welcher von den *Liliaceae* aus abgeht.

17. TACCACEAE. - Leider standen zu Versuchen mit dieser Familie nur ganz wenige Samen von *Tacca pinnatifida* zur Verfügung. Dazu eignete sich diese Spezies sehr

schlecht zu sero-diagnostischen Versuchen, da ihre Samen-Extrakte durchweg mit allen Seren, also auch mit den Kontrollproben, Trübungen gaben. Es wird sich deshalb erst dann etwas über ihre Serum-Reaktionen aussagen lassen, wenn die *Tacca-ceae* als Immunisations-Zentrum benützt werden können. - Es ist bekannt, dass diese Familie im Allgemeinen in die Nähe der *Amaryllidaceae* gestellt wird (111).

18. *IRIDACEAE*. - Diese Familie wird in den meisten Fällen im Anschluss an die *Liliiflorae* behandelt; sie stellt jedoch einen in sich geschlossenen Verwandtschaftskreis dar ohne Mittelbildungen wie die übrigen zu den *Liliiflorae* zusammengefassten Familien (112).

Nach mehrfachen Misserfolgen gelang es, mit *Iris sibirica* ein Tier auf den Serum-Titer 1/6400 zu bringen; diese Reaktionsfähigkeit bezog sich in der angegebenen Stärke nur auf *Iris* selbst, während sonst nur auffallend schwache Reaktionen erzielt wurden.

Deutlich positiv reagierten die *Alismataceae* (*Sagittaria sagittifolia*, auch reciprok von *Alisma Plantago* aus), die *Araceae* (*Arum maculatum*), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, auch reciprok), die *Gramineae* (*Avena sativa*). *Juncaceae* (*Luzula campestris*), *Juncaginaceae* (*Scheuchzeria palustris*), *Liliaceae* (*Veratrum album*, *Fritillaria imperialis*, *Colchicum autumnale*, *Ornithogalum nutans*, *Muscari racemosum* und *Allium Cepa* diese auch reciprok), die *Palmae* (*Cocos nucifera*, auch reciprok).

Negative Resultate ergaben die Reaktionen mit den *Bromeliaceae* (*Aechmea bracteata*), *Butomaceae* (*Butomus umbellatus*), *Cannaceae* (*Canna indica*), *Commelinaceae* (*Commelina coelestis*), *Potamogetonaceae* (*Potamogeton perfoliatus*), *Sparganiaceae* (*Sparganium ramosum*) und *Zingiberaceae* (*Aframomum Melegeta*).

Erreicht wurden die *Iridaceae* mit teils starker teils mittelstarker Reaktion ausgehend von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago*), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*), *Typhaceae* (*Typha latifolia*) und *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*). - Die letztgenannte Reaktion entbehrt der Reciprozität und ist deshalb suspekt.

Schwächer waren die Reaktionen nach den *Iridaceae* hin ausgehend von den *Liliaceae* (*Allium Cepa*), *Cannaceae* (*Canna indica*) und *Palmae* (*Cocos nucifera*).

Negativ war die *Iridaceae*-Reaktion ausgehend von den *Gramineae* (*Avena sativa*). Auch in diesem Fall mangelt die Reciprozität und muss später nochmals Nachprüfung einsetzen.

Von anderen Ästen des Systems aus verliefen negativ die Reaktionen der *Iridaceae* (überall *Iris sibirica*) von den Ausgangspunkten der *Fagaceae* (*Fagus silvatica*), *Nyctaginaceae* (*Mirabilis Jalapa*), *Proteaceae* (*Grevillea robusta*, vergl. MALLIGSON (113)). - Dagegen gibt LANGE (114) schwach positives Ergebnis von *Sisyrinchium anceps* an mit den Immunseren von den *Aristolochiaceae* (*Aristolochia Siphon*), *Calycanthaceae* (*Calypanthus praecox*) und *Lardizabalaceae* (*Akebia quinata*). - Diese Reaktionen werden einer Nachprüfung unterzogen werden müssen; unmöglich nach unsern heutigen Kenntnissen sind sie allerdings nicht, da sie sämtlich Familien betreffen, die der Basis der Monokotylen nahe stehen.

Sollen die *Iridaceae* am Stammbaum ihren Platz erhalten, so wird man sie nach ihren Serum-Reaktionen keineswegs den *Liliaceae* und besonders den *Amaryllidaceae* so sehr nähern dürfen, wie dies im allgemeinen nach ihren morphologischen Merkmalen geschieht. Dass gute Verwandtschaft mit diesen Formenkreisen vorhanden ist, geht zwar auch aus den Serum-Reaktionen hervor, insbesondere deuten diese darauf hin, dass auch die *Iridaceae* zu den Monokotylen mittelhoher Entwicklung gehören. Wenn ich sie etwas unterhalb der *Liliaceae* als Seitenzweig des Stammbaums ansetze, so geschieht dies unter Berücksichtigung ihrer weit nach unten reichender Serum-Reaktionen, obwohl ich nicht verkenne, dass die Unterständigkeit ihres Ovars eine höhere Stellung anzuzeigen scheint.

H. SCITAMINALES.

19. *MUSACEAE*. - Mir standen geringe Mengen Samen von *Musa rhodochlamys* zur Verfügung; die Reaktionen verliefen alle resultatlos, weil alle Proben einschliesslich der Kontrollen sich mit jedem Serum sofort trübten.

20. ZINGIBERACEAE. - Es ist PETERSEN (115) beizustimmen, dass die *Zingiberaceae*, *Marantaceae*, *Cannaceae* und *Musaceae* eine natürliche, eng geschlossene und wohl begrenzte Abteilung der Monokotylen darstellen; ob sie aber tatsächlich zu den übrigen Monokotylen-Familien so wenig Beziehung haben, wie PETERSEN annimmt, erscheint nach ihren Serum-Reaktionen zweifelhaft. WETTSTEIN (116) nimmt bei Berücksichtigung der Gesamtorganisation dieser Familien an, dass es sich hier um eine Modifikation des Liliifloren-Typus handle, bei welcher die Zygomorphie der Blüten immer stärker hervortritt; Wettstein stellt die *Scitaminales* deswegen zwischen die *Liliiflorae* und die *Gynandreae*.

Drei Tiere giengen ein bei Versuchen mit *Aframomum Melegeta*; mit *Elettaria Cardamomum* konnte ich auch erst beim dritten Tier durch vorsichtigste Gewöhnung an die Schädlichkeiten, welche das Eiweiss-Extrakt ausübte, eine Immunserum vom Titer 1/6400 erzielen.

Stark positive Reaktionen erhielt ich mit den *Cannaceae* (*Canna indica*, auch reciprok), mit den *Gramineae* (*Andropogon Sorghum*), *Iridaceae* (*Iris sibirica*, *Crocus vernus*), *Liliaceae* (*Allium Cepa*) und mit den *Palmae* (*Cocos nucifera*, auch reciprok).

Erheblich schwächer waren die Reaktionen mit den *Amaryllidaceae* (*Leucojum vernum*) und mit den *Orchidaceae* (*Epipactis palustris*).

Negative Reaktionen ergaben die *Alismataceae* (*Alisma Plantago*), *Aristolochiaceae* (*Aristolochia Sipho*), *Berberidaceae* (*Podophyllum Emodi*), *Bromeliaceae* (*Aechmea bracteata*), *Butomaceae* (*Butomus umbellatus*), *Commelinaceae* (*Commelina coelestis*), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*), *Juncaceae* (*Luzula campestris*), *Magnoliaceae* (*Magnolia Yulan*), *Menispermaceae* (*Menispermum dahuricum*), *Nymphaeaceae* (*Nuphar luteum*), *Potamogetonaceae* (*Potamogeton perfoliatus*), *Sparganiaceae* (*Sparganium ramosum*), *Typhaceae* (*Typha latifolia*) und *Juncaginaceae* (*Triglochin maritimum*).

Diese von den *Zingiberaceae* aus gemachten und erreichten Anschlüsse sind derart eindeutig, dass ich sie für unbedingt beweisend ansehen möchte. In den Gegenreaktionen herrscht leider nicht dieselbe Klarheit:

Erreicht wurden die *Zingiberaceae* von den Ausgangspunkten der *Alismataceae* (*Alisma Plantago*), *Cannaceae* (*Canna indica*, reciprok), *Palmae* (*Cocos nucifera*, auch reciprok).

Negativ waren die Reaktionen nach den *Zingiberaceae* hin von den Ausgangspunkten der *Liliaceae* (*Allium Cepa*, wobei auf mangelnde Reciprozität hingewiesen sei), *Gramineae* (*Avena sativa*), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*), *Iridaceae* (*Iris sibirica*) und *Typhaceae* (*Typha latifolia*). - Hervorgehoben sei hier die Inkongruenz der *Iridaceae*-Reaktionen, welche einer späteren Aufklärung dringend bedarf.

Von anderen Systemästen wurde bisher zu den *Zingiberaceae* noch nicht reagiert; meine Vorgänger haben diese Familie nicht berücksichtigt gehabt.

Mit voller Klarheit geht insbesondere aus den eigenen Reaktionen des *Elettaria*-Serums hervor, dass die *Zingiberaceae* eine Familie der hohen, weit fortentwickelten Monokotylen sind. Die Anschlüsse zu den niederen Monokotylen werden unsicher resp. gehen verloren; diejenigen zu den mittelhohen Formen der Monokotylen-Reihe treten in den Vordergrund und schliesslich zeigt sich Reaktion mit den am höchsten stehenden Monokotylen, den *Orchidaceae*.

21. CANNACEAE. - Über die nahe Verwandtschaft der *Cannaceae* mit den *Zingiberaceae* besteht kein Zweifel.

Ich erhielt erst nach Verlust von zwei Versuchstieren mit *Canna indica* ein Serum vom Titer 1/12800. Dass dies Serum keine zuverlässigen Reaktionen lieferte, wurde im Vorhergehenden bereits mehrfach betont; trotzdem gebe ich, um bei meinen Untersuchungen völlige Klarheit dessen, was ich gefunden habe, herrschen zu lassen, diese Reaktionen ohne Kommentar wieder.

Stark reagierten mit dem *Canna*-Serum die *Alismataceae* (*Alisma Plantago*), *Araaceae* (*Arum maculatum*, *Calla palustris*), *Bromeliaceae* (*Aechmea bracteata*), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*), *Gramineae* (*Andropogon Sorghum*), *Juncaceae* (*Luzula campestris*), *Juncaginaceae* (*Triglochin maritimum*), *Liliaceae* (*Veratrum album*, *Fritillaria imperialis*, *Sabadilla officinalis*, *Asparagus officinalis*, *Allium Cepa*, *Ornitho-*

galum nutans), *Nymphaeaceae* (*Nuphar luteum*), *Orchidaceae* (*Epipactis palustris*), *Potamogetonaceae* (*Potamogeton perfoliatus*), *Sparganiaceae* (*Sparganium ramosum*).

Schwächer reagierten die *Butomaceae* (*Butomus umbellatus*), *Iridaceae* (*Iris sibirica*, *Crocus vernus*), *Magnoliaceae* (*Illicium anisatum*), *Zingiberaceae* (*Aframomum Melegeta*), *Menispermaceae* (*Menispermum dahuricum*).

Negative Reaktion ergaben die *Typhaceae* (*Typha latifolia*).

Wären diese letzteren negativen Reaktionen nicht vorhanden, so könnte man das *Canna*-Serum unter diejenigen Sera rechnen, welche mit allen geprüften Samenextrakten Niederschläge geben und deshalb für Verwandtschafts-Reaktionen überhaupt unverwendbar sind. Spätere Untersuchungen müssen in diesem Punkt Klarheit schaffen.

Erreicht wurden die *Cannaceae*, wie oben dargestellt wurde, von dem Ausgangspunkt der *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*) mit starker Reaktion; dass auch von *Alismataceae* aus eine schwächere Reaktion zu den *Cannaceae* glückte, ist erwähnt worden.

Negative Resultate ergaben dagegen die Versuche ausgehend von den *Liliaceae* (*Allium Cepa*), *Gramineae* (*Avena sativa*), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*), *Palmae* (*Cocos nucifera*), *Iridaceae* (*Iris sibirica*) und *Typhaceae* (*Typha latifolia*).

Von meinen Vorgängern liegen keine Reaktionen nach den *Cannaceae* hin vor.

Der Platz im System, unter den am meisten fortentwickelten Monokotylen, ergibt sich aus der starker Reaktion ausgehend von den *Zingiberaceae* zu den *Cannaceae* ganz zweifellos und stimmt mit den bisherigen allgemeinen Anschauungen über die Verwandtschaft der in Frage stehenden Familien überein.

I. MICROSPERMAE.

22. ORCHIDACEAE. - Nach PFITZER (117) steht es offen, an welchen Formenkreis die Orchideen sich anlehnen. Von den *Amaryllidaceae*, *Bromeliaceae* und *Iridaceae* unterscheiden sie sich durch die unvollständigen Staubblattkreise und die völlig abweichende Samenbildung; die *Musaceae*, *Zingiberaceae* und *Marantaceae* haben die grossen, Endosperm und Perisperm enthaltenden Samen, welche von dem Bau der Samen der *Orchidaceae* überaus weit abweichen.

WETTSTEIN (118) stellt die *Orchidaceae* seinen *Liliiflorae* am nächsten, obwohl er keine direkten Beziehungen zu einer von den Reihen der Monokotylen nachweist. Es sei der durch die extreme Anpassung an den Insektenbesuch modifizierte Blütentypus gemeinsam mit histologischen Momenten, welche die *Orchidaceae* mit den *Liliiflorae* verbinden sollen.

SCHUMANN (119) sieht in den *Scitaminales* die vermittelnde Reihe, welche sich zwischen *Amaryllidaceae* und *Orchidaceae* einschiebt; diese Anschauung passt mit den sero-diagnostischen Befunden gut zusammen.

Durch starke Reaktionen wurden die *Orchidaceae*, welche wegen Samen-Mangels nicht als Immunisations-Zentrum verwendet werden konnten, erreicht von den Ausgangspunkten der *Cannaceae* (*Canna indica*) und *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum*); schwächer waren die Reaktionen ausgehend von den *Iridaceae* (*Iris sibirica*). - Nicht unerwähnt kann bleiben und muss später noch aufgeklärt werden, dass auch von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago*) her eine deutliche Reaktion zu den *Orchidaceae* sich ergeben hat.

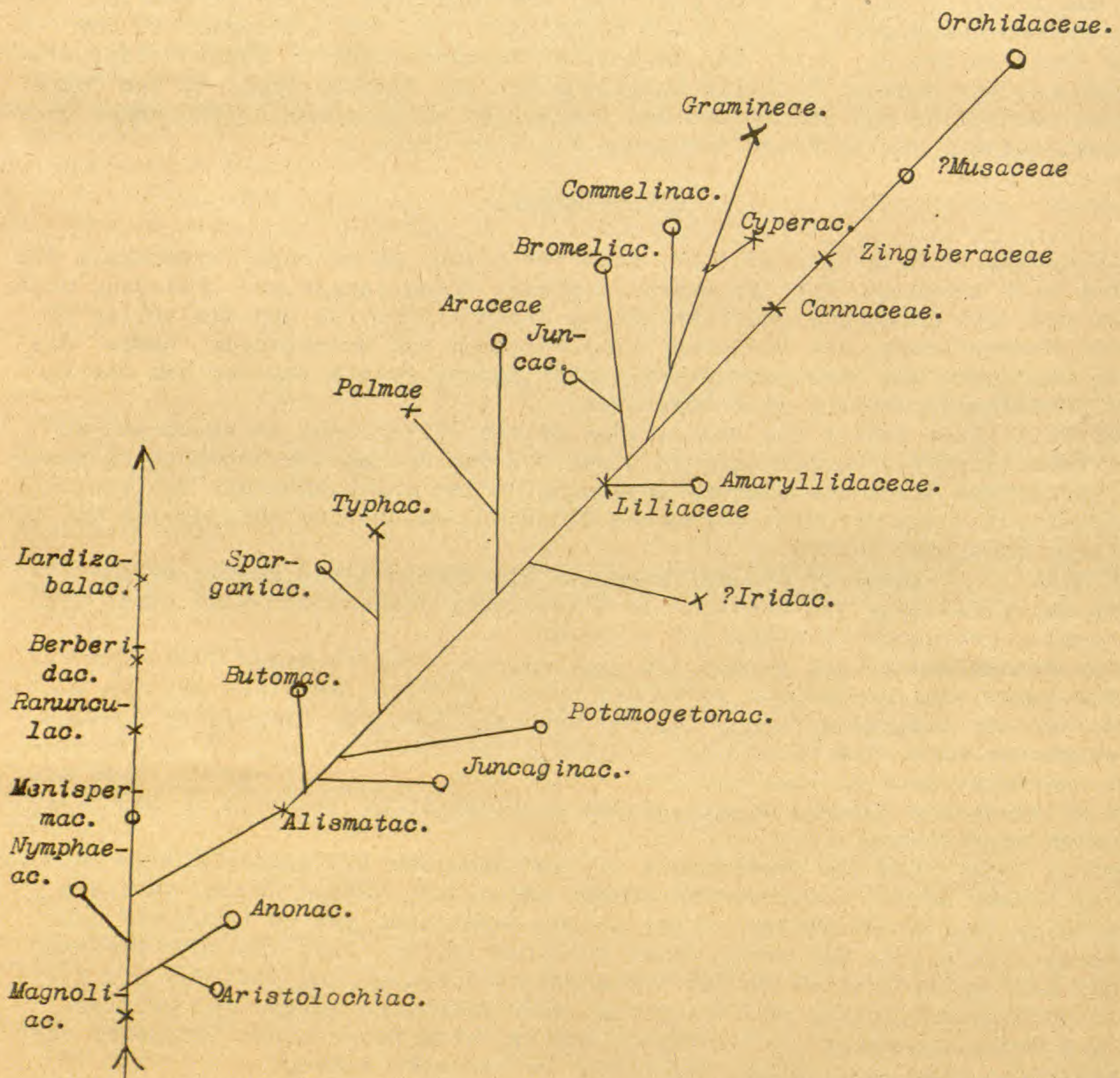
Negativ reagierten die *Orchidaceae* mit den Sera der *Liliaceae* (*Allium Cepa*), *Gramineae* (*Avena sativa*), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*), *Palmae* (*Cocos nucifera*), und *Typhaceae* (*Typha latifolia*). - Bei diesen Reaktionen ist zu bemerken, dass von *Epipactis palustris* nur wenig Samen vorhanden waren, dass die sehr kleinen Samen nur sehr wenig Eiweiss an das Lösungsmittel abgaben und dass deshalb die technischen Schwierigkeiten der Reaktionen sehr erheblich waren. Wenn grössere Mengen von Orchideen-Samen zur Verfügung stehen, wird neben einem Immuntier auch eine Nachprüfung der angegebenen Reaktionen zu erzielen suchen.

Von keinem andern Ast des Stammbaums aus wurde bisher nach den *Orchidaceae* hin reagiert; ich stelle die Familie, besonders ihrer starken Reaktion mit den *Zingiberaceae*, aber auch der schwachen Reaktion mit den *Liliaceae* wegen an die

Spitze des Monokotylen-Astes der Angiospermen. Dieser Ast ist von seiner Basis ab durch meine Untersuchungen in serologischer Hinsicht im allgemeinen geklärt worden. Nur wenige resp. sehr kleine Familien konnten aus Samen-Mangel nicht untersucht werden; dies waren die *Pandanaceae*, *Najadaceae*, *Aponogetonaceae*, *Hydrocharitaceae*, *Triuridaceae*, *Cyclanthaceae*, *Lemnaceae*, *Flagellariaceae*, *Restionaceae*, *Centrolepidaceae*, *Mayacaceae*, *Xyridaceae*, *Eriocaulaceae*, *Thurniaceae*, *Rapateaceae*, *Cyanastraceae*, *Philydraceae*, *Stemonaceae*, *Haemodoraceae*, *Velloziaceae*, *Dioscoreaceae*, *Marantaceae* und *Burmanniaceae*.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Monokotylen fasse ich im folgenden Schema zusammen. Die Familien, welche als Immunisations-Zentra gedient haben, sind mit x, die nur im Anschluss erreichten mit o bezeichnet.



LITERATUR-VERWEISE.

- (1) ARBER und PARKIN, Ursprung der Angiospermen. Oesterr. bot. Ztschr. 1908, nr. 3. - (2) WETTSTEIN, Handb. d. system. Bot. p. 375. - (3) Wettstein, l.c. p. 374. - (4) KIRSTEIN, Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb der Pflanzengruppe der Gymnospermen, Diss. Königsberg 1918, p. 36 und in Mez, Archiv II. (1922) p. 62. - (5) SEWARD nach Lotsy, Bot. Stammesgesch. III.1, p. 21. - (6) MEZ und GOHLKE in Cohn's Beitr. XII, p. 177. - (7) A. BRAUN in Aschers. Fl. Prov. Brandenb. (1864). - (8) LANGE, Diss. Königsberg 1914, p. 9. - (9) EICHLER, Syllabus (1886) p. 39. - (10) ENGLER-GILG, Syllabus 7. ed. p. XVI, XVII. - (11) WETTSTEIN, l.c. p. 466. - (12) KIRSTEIN, l.c. p. 4 und 64. - (13) HALLIER in Arch. Néerland. 3. Ser. B. I (1912) p. 146. - (14) LANGE, l.c. p. 15. - (15) WETTSTEIN, l.c. p. 469, Anmerk. - (16) FRITSCH, Stellung der Monokotyledonen im Pflanzenreich, in Engl. Jahrb. XXXIV (1905), 5. Heft. - (17) GRAF in Beih. Bot. Zentralbl. XXXVIII (1921) p. 448. - (18) WETTSTEIN, l.c. p. 454. - (19) DRUDE, Die system. Anordnung d. Phanerogamen, p. 184. - (20) COULTER, Morphol. of Angiosperms p. V und 1 - 4. - (21) ENGLER in Abh. Akad. Wissensch. Berlin 1892, p. 52. - (22) WETTSTEIN, l.c. p. 467. - (23) Strasburger, Lehrb. ed. 1919, p. 509. - (24) HALLIER, l.c. p. 80 ff. - (25) ARBER und PARKIN, l.c. p. 53. - (26) SARGANT, Ethel, The Reconstruction of a Race of Primitive Angiosperms in Ann. Bot. XXII (1908) p. 135. - (27) SARGANT, l.c. p. 138. - (28) SARGANT, l.c. p. 140. - (29) HOLM, Podophyllum peltatum, in Bot. Gaz. XXVII (1899) p. 419. - (30) JEFFREY Comparative Anatomy of Angiosperms, in Coulter and Chamberlain, Morphologie of Angiosperms (New-York 1903) p. 311. - (31) ANDERSSOHN, Über die Entwicklung d. primären Gefäßbündelstränge der Monokotylen, Bih. till K. Svensk. Akad. Handl. XIII (1888). - (32) SARGANT, l.c. p. 144. - (33) Quéva, Contrib. a l'anat. des Monocotyledonées in Trav. et Mem. Univ. Lille 1899. - (34) SARGANT, l.c. p. 145. - (35) HILL in Ann. Bot. XX (1906) p. 395. - (36) HILL and DE TRAIINE, On the seedling structure of Gymnosperms in Ann. Bot. XX (1906) p. 471. - (37) KOCH, Unters. über d. Entwicklung d. Cuscuten in Hanstein, Bot. Abh. II, Heft 3. - (38) SARGANT, l.c. p. 147. - (39) SARGANT, l.c. p. 148. - (40) SCHMID, Beitr. z. Embryo-Entw. einiger Dikotylen in Bot. Ztg. 1902, p. 207. - (41) STERCKS, Rech. anatom. sur l'embryon et les plantules dans la famille des Renonculacées in Mem. Soc. Roy. Sci. Liège 1899. - (42) SARGANT, l.c. p. 160. - (43) TAUSLEY and THOMAS, The phylogenetic Value of the vascular structure of Spermatophytic Hypocotyls in Rec. Brit. Ass. Sect. K, 1906, p. 761. - (44) SARGANT, l.c. p. 167 ff. - (45) Vergl. auch LOTSY, l.c. p. 623. - (46) LYON, The Phylog. of the cotyledon in Postelsia 1901, p. 57. - (47) HENSLOW, Theoretical origin of the Endogens from Exogens in Journ. Linn. Soc. XXIX (1892) p. 485. - (48) A. K. SCHINDLER in Engl. Jahrb. XXXIV (1904) Beibl. 77, p. 68. - (49) HILL, Morphologie and Seedling-structure of the geophilous species of Peperomia in Ann. Bot. XX (1906) p. 395. - (50) SARGANT, l.c. p. 178. - (51) HOLM, l. c. - (52) R. E. FRIES, Ein unbeachtet gebliebenes Monokotylen-Merkmal bei einigen Polycarpicae, in Ber. D. Bot. Gesellsch. XXIX (1911) p. 292 - 301. - (53) LANGE, l.c. p. 61 - 70. - (54) PORSCHE, Abstammung d. Monokotylen und die Blütennektarien in Ber. D. bot. Gesellsch. XXXI (1913) p. 580 ff. - (55) HOLMGREN, Zur Entwicklungsgeschichte von Butomus umbellatus in Svensk. Bot. Tidskr. VII (1913) p. 55 - 77. - (56) MEZ in Mez, Archiv I (1922) p. 177 ff. - (57) MAGNUS bei Janchen in Mitt. Naturw. Verein Univ. Wien IX (1910). - (58) WEDELSTADT und FELLNER in Zeitschr. f. Immunitätsforsch. VIII (1910) - (59) MEZ in Mez, Archiv I (1922) p. 177, 178. - (60) MEZ, l.c. p. 197. - (61) FRIEDBERGER und MEISSNER, Untersuchungen über Typen der Präzipitation in Klin. Wochenschr. I (1922) p. 1248 - 1250. - (62) KIRSTEIN, l.c. p. 13 und 78. - (63) KIRSTEIN, l.c. p. 23 und 64; LANGE, l.c. p. 111. - (64) LOTSY, Bot. Stammesgesch. III, p. 865. - (65) LANGE, l.c. p. 114. - (66) LANGE, l.c. p. 38. - (67) MEZ, l.c. p. 199. - (68) BUCHENAU in Engl.-Prantl, Nat. Pflanzenfam. II, p. 233. - (69) LANGE, l.c. p. 42. - (70) BUCHENAU und HIERONYMUS in Engl.-Prantl, l.c. p. 223. - (71) MEZ, l.c.

p. 197. - (73) ASCHERSON in Engl.-Prantl, l.c. p. 201. - (74) LANGE, l.c. p. 27.
 - (75) ENGLER in Engl.-Prantl, l.c. p. 185. - (76) CELAKOWSKY, Über die Infloreszenz von Typha, in Flora 1885, p. 627. - (77) EICHLER, Blütendiagr. I (1875) p. 113. - (78) WETTSTEIN, l.c. p. 855. - (79) MALLIGSON in Mez, Archiv I (1922) p. 19; MEZ, l.c. p. 199. - (80) ENGLER in Engl.-Prantl, l.c. p. 193. - (81) CAMPBELL nach Engl.-Prantl, Nachtr. III, p. 8. - (82) GRAEBNER in Engler, Nat. Pflanzenfam. IV.9. (1900). - (83) HACKEL in Engl.-Prantl, l.c. p. 16. - (84) WETTSTEIN, l.c. p. 819. - (85) SCHELLENBERG in Mez, Archiv I (1922) p. 257. - (86) MALLIGSON, l.c. p. 3. - (87) GOHLKE, Diss. Königsberg 1913, p. 100. - (88) GOHLKE, l.c. p. 106. - (89) GOHLKE, l.c. p. 151. - (90) GOHLKE, l.c. p. 170. - (91) MALLIGSON, l.c. p. 3. - (92) MALLIGSON, l.c. p. 15. - (93) MALLIGSON, l.c. p. 7. - (94) MALLIGSON, l.c. p. 11. - (95) HOFFMANN in Mez, Archiv I (1922) p. 92. - (96) PAX in Engl.-Prantl, Nat. Pflanzenfam. II, p. 104. - (97) WETTSTEIN, l.c. p. 816. - (98) MALLIGSON, l.c. p. 15. - (99) DRUDE in Engl.-Prantl, l.c. p. 25. - (100) WETTSTEIN, l.c. p. 843. - (101) LANGE, l.c. p. 28. - (102) WITTMACK in Engl.-Prantl, l.c. p. 40. - (103) WETTSTEIN, l.c. p. 791. - (104) WETTSTEIN, l.c. p. 811. - (105) SCHÖNLAND in Engl.-Prantl, l.c. p. 72. - (106) WETTSTEIN, l.c. p. 799. - (107) BUCHENAU in Engl.-Prantl, l.c. p. 4. - (108) WETTSTEIN, l.c. p. 800. - (109) ENGLER in Engl.-Prantl, l.c. p. 17. - (110) WETTSTEIN, l.c. p. 792. - (111) PAX in Engl.-Prantl, l.c. p. 129. - (112) PAX, l.c. p. 141. - (113) MALLIGSON, l.c. p. 6, 11, 15. - (114) LANGE, l.c. p. 44, 67, 97. - (115) PETERSEN in Engl.-Prantl, l.c. p. 38. - (116) WETTSTEIN, l.c. p. 829. - (117) PFITZER in Engl.-Prantl, l.c. p. 75. - (118) WETTSTEIN, l.c. p. 833. - (119) SCHUMANN in Engl. Pflanzenr. IV. 45, p. 11.

MITTEILUNG DES HERAUSGEBERS

Die Hefte des Botanischen Archivs werden, um das Falzen und Einzel-Heften zu ersparen, als Ganzes abgezogen; es kann deshalb nur 7 Sonderdrucke pro Arbeit geben. Damit entgeht dem Archiv leider ein erhebliches Reklame-Mittel, denn jeder Sonderdruck, der vom Autor auf seine Kosten verschickt wird, weist auch auf die Zeitschrift selbst hin und macht sie bekannt. -Andererseits sieht das Archiv in diesem Mangel auch wieder einen Vorteil, von dem es wünschte, dass er allen Deutschen Zeitschriften mehr bewusst würde. Dass die Zustände, wie sie vor dem Krieg mit den Separaten herrschten, ein Unfug waren, sei einmal offen ausgesprochen. Grosse Buchhandlungen hatten sich auf die Spezialität der Sonderdrucks-Wirtschaft geworfen. Zusammen mit unsern Dissertationen etc. wurden diese für unwürdig geringen Preis erworben und billig an die Kunden abgesetzt. Wer eine Arbeit brauchte, hatte nicht nötig, sich den Zeitschrift-Band zu besorgen, sondern kaufte für ein wenig, was notwendig war. Durch unsere vorzüglichen referierenden Zeitschriften wurde insbesondere auch das Ausland über den ungefähren Inhalt der einzelnen Arbeiten unterrichtet, kaufte die Sonderdrucke und sparte die Bände. Man muss doch darüber sich klar sein: in keiner Zeitschrift, selbst nicht in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften, sind alle Arbeiten gleich wichtig und für weitere Kreise von gleichem Interesse. Überall muss das Hervorragende das Mindere, ein Heft das andere, ein Band die andern Bände tragen. Wir sind in Deutschland ein armes Volk geworden; so muss auch unsere geistige Produktion sich gegenseitig stützen und unsere Wirtschaft sollte nicht dadurch geschädigt werden können, dass aus den Bänden in Form von Separaten herausgepickt wird, was notwendig gebraucht wird, während der Rest unbeachtet liegen bleibt. Im Übrigen wird die Not der Zeit auch den Sonderdruck-Unfug beseitigen. Sind die in Buchdruck hergestellten Zeitschriften (was, leider! nur eine Frage kurzer Zeit zu sein scheint) erst tot, so hören die Separata ganz von selbst auf. Durch seine Herstellung ist es dem Botanischen Archiv verwehrt, Separata in grösserer Zahl zu geben; sollte es den Anfang zu einer Einschränkung und endlichen Abschaffung der Sonderdrucks-Wirtschaft machen, so würde ich auch darin einen Fortschritt gegen den früheren Zustand im Interesse unserer Volkswohlfahrt sehen.

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: 1922

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Worseck Ernst

Artikel/Article: [Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Monocotyledonen. 177-206](#)