B O T A N I S C H E S  A R C H I V .

Zeitschrift für die gesamte Botanik.

Herausgegeben von Dr. CARL MEZ,
Professor d. Botanik a. d. Univers. Königsberg.

I. Band, Heft 2.

Ausgegeben am 15. Februar 1922.

---

Verlag des Herausgebers, Königsberg Pr., Besselplatz 3. (An diese Adresse alle den Inhalt der Zeitschrift betreffenden Zuschriften). - Kommission: Verlag des Repertoriums, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift).

---

# Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb des Columniferen-Astes der Dicotylen

von

FRANZ HOEFFGEN (Königsberg Pr.).

## Allgemeiner Teil

Als es durch die Munifizenz des Königsberger Universitäts-Bundes wieder möglich war, die serodiagnostischen Arbeiten im botanischen Institut zu Königsberg von neuem wieder aufzunehmen, erhielt ich von Herrn Prof. Dr. MEZ den Auftrag, die phylogenetische Anordnung der Reihen der Columniferae, Sapindales, Rhamnales und Geraniales auf sero-diafnostischem Wege zu klären.

Zwar wissen wir über die chemischen Vorgänge, die sich bei den sero-diagnostischen Reaktionen abspielen, noch nichts. Aber wenn die gerichtliche Medizin auf Grund derartiger Eiweissreaktionen ihre Gutachten, die selbst Todesurteile zur

Folge haben, mit voller Sicherheit abgiebt, so muss wohl die Zuverlässigkeit dieser Reaktionen über jeden Zweifel erhaben sein.

Der grosse Vorteil, den die sero-diagnostische Methode dem Botaniker bietet, liegt darin, dass sie ihm wirkliche Verwandtschaftsverhältnisse anzuzeigen vermag, nämlich die Verwandtschaftsverhältnisse der einzelnen Pflanzeneiweisse untereinander.

Alle andern Uebereinstimmungen morphologischer und anatomischer Art können eventuell auf Konvergenz beruhen. Hier, in dieser Untersuchungsmethode, haben wir ein Mittel, um Konvergenz und wirkliche Verwandtschaft auseinander zu halten. Ich verweise z.B. auf die KIRSTEIN'sche Arbeit (1), durch die, unter anderem, die Annahme der auf verwandtschaftlichen Beziehungen beruhenden Aehnlichkeit der Haploid-Phasen bei den Coniferen und Cycadales als irrig erwiesen wurde. Desgleichen konnte MALLIGSON (2) nachweisen, dass eine Verwandtschaft der Cactaceae mit den Aizoaceae (3) nicht besteht.

Wir haben also in dieser Methode ein einheitliches Kriterium für die gesamten Verwandtschaftsverhältnisse des Pflanzenreichs, während dieselben anatomischen und morphologischen Merkmale in verschiedenen Formenkreisen bald als wesentlich, bald als unwesentlich angesehen werden.

Dem gegenüber fällt der einzige Mangel, der unserer Methode noch anhaftet, wenig in's Gewicht. Es ist bisher noch nicht vollständig gelungen, quantitativ zu arbeiten. Während man auf zoologischem Gebiet überall mit ungefähr gleichmässigem Eiweiss-Gehalt der Extrakte zutun hat, ist dies in der Botanik oft nur unter grossen Schwierigkeiten und immer nur annähernd erreichbar. Durch die PREUSS'schen (4) Versuche ist es zwar gelunge, aus allen Pflanzensamen zum mindesten geringe Eiweissmengen herauszuziehen, aber die Einstellung der Extrakte auf einen gleichmässigen Eiweissgehalt bietet oft grosse Schwierigkeiten, da der Eiweissgehalt der Lösungen sich nicht immer nach dem Verhältnis von Samenpulver zu Lösungsmittel richtet. Man muss oft sehr viele Versuche anstellen, ehe man das richtige Verhältnis von Samenpulver zu Lösungsmittel erhält.

Leider ist es daher noch nicht möglich, aus der Stärke der Ausflockungen mit positiver Gewissheit auf den g e n a u e n Grad der Verwandtschaft zu schliessen. Aber immerhin gibt auch jetzt schon der Grad der Ausflockung bei annähernd gleichem Eiweissgehalt ein brauchbares Mittel, um den Verwandtschaftsgrad zu beurteilen, in die Hand.

Aber nicht nur theoretisch ist unsere Methode als brauchbar anzusehen, auch in der Praxis ist bisher noch keine Reaktion vorgekommen, die unmöglich gewesen wäre, d.h. andern sicher gestellten Reaktionen oder der gesunden Vernunft widersprochen hätte. Gegen die Untersuchungsmethode könnte vielleicht eingewendet werden, dass bei den oft nur geringen Ausflockungen leicht Irrtümer durch Autosuggestion oder andere Zufälligkeiten eintreten können. An sich ist dieser Einwand gewiss berechtigt, aber diese Möglichkeiten lassen sich leicht beseitigen und werden auch bei den Arbeiten im Botanischen Institut zu Königsberg stets berücksichtigt.

Von meinen Untersuchungen ab werden sämmtliche Versuche blind angestellt. d.h. die einzelnen Extrakte werden nur mit Nummern versehen, sodass man während der Reaktionen niemals weiss, mit welchem Pflanzenextrakt man es zutun hat. Dadurch ist eine Autosuggestion ausgeschlossen.

Da ferner Reaktionen nur dann als erwägenswert angesehen werden, wenn sie sowohl nach der Conglutinations- als auch nach der Praecipitationsmethode das gleiche Resultat geben und als definitiv giltig erst dann eingesetzt werden, wenn sie von nahe verwandten Familien aus bestätigt werden, ist wohl auch die Berücksichtigung von Ausflockungen, wie sie durch Bakterien oder andere Zufälligkeiten eintreten können, ausgeschlossen.

Wenn dann noch die letzte Forderung, die Reciprocität, erfüllt wird, ist jeder Irrtum bei diesen Untersuchungen als ausgeschlossen zu betrachten.

Als ich mit meinen Versuchen begann, war durch die Arbait von PREUSS (5) schon nachgewiesen, oder mindestens wahrscheinlich gemacht, dass die Malvales verwandtschaftliche Beziehungen zu den Resedaceae zeigen. Während meiner Arbeit gelang MALLIGSON (6) der Nachweis, dass die Euphorbiaceae keine Verwandtschaft mit den Juglandaceae oder Urticaceae zeigen, wie dies WETTSTEIN (7) annimmt. - Positive Reaktionen hatte der gesamte Verwandtschaftskreis bisher mit keiner anderen Familie als mit den Resedaceae gegeben, doch lagen schon eine ganze Reihe negativer Reaktionen vor, die ich spater im speziellen Teil bei der Behandlung der einzelnen Familien zu besprechen haben werde.

Von den Familien der Humiriaceae, Trigoniaceae, Vochysiaceae, Tremandraceae, Dichapetalaceae, Callitrichaceae, Limnanthaceae, Cyrillaceae, Pentaphyllaceae, Corynocarpaceae, Hipocrateaceae, Salvadoraceae, Stackhousiaceae, Icacinaceae, Sabiaceae, Melianthaceae, Elaeocarpaceae, Chaenaceae, Gonystilaceae, Bombaceae und Scytopetalaceae, die alle zu dem von mir untersuchten Formenkreis gestellt werden, stand mir kein Samenmaterial zur Verfügung, sodass ich ihre Stellung nicht sero-diagnostisch zu klären vermochte.

Die zu den Reaktionen benützten Samen stammen teils aus der Samensammlung des Botanischen Instituts, teils wurden sie in diesem Jahr von mir selbst gesammelt.

Bei dem Verarbeiten des Samenmaterials konnte ich in mehreren Fällen feststellen, dass frische Samen um ein erhebliches mehr Eiweiss an das Lösungsmittel abgeben als alte, schon lange lagernde Samen.

Zur Erlangung der Immunität und bei den Versuchen bediente ich mich der von GOHLKE (8) und PREUSS (9) als brauchbar nachgewiesenen Methoden. Die Versuchstiere waren Kaninchen, die stets intraperitoneal geimpft wurden.

Beim Schlachten bediente ich mich in der letzten Zeit der von Uhlenhut (10) neuerdings erwähnten Schlachtmethode. Hierbei verfährt man in folgender Weise:

Das tief narkotisierte Tier wird auf ein sog. Kaninchenbrett aufgespannt und die Brust von Haaren möglichst befreit. Dann wird mit einem scharfen Skalpell der Brustkorb freigelegt und dann geöffnet. Darauf schneidet man die Aorta dicht über dem Herzen durch und lässt das Tier in die Brusthöhle entbluten. Mit steriler Pipette wird darauf das Blut in die Zentrifugengläschen gefüllt. Diese Methode hat den Vorteil, dass man von Assistenz unabhängig ist. Auch tritt ein besseres Ausbluten des Tieres ein, da die Aorta in der Nähe des Herzens durchschnitten wird; man erhält auf diese Weise mehr Serum. Da die Tiere vorher narkotisiert werden, ist diese Schlachtmethode auch mit keiner Quälerei der Versuchstiere verbunden.

Versuche, mit nicht neutralisierten Natronlauge-Extrakten zu arbeiten, schlugen fehl, da durch die freien Alkalien entstandene Niederschläge sofort wieder aufgelöst wurden. Bei der Praecipitation bildeten sich dann erst Niederschläge im dritten und vierten Verdünnungsgläschen, wenn durch die immer stärkere Verdünnung die Anaeszenz mehr und mehr zurückgieng.

Die Konservierung der Sera geschah in der von MALLIGSON (11) angegebenen Weise.

Das vielfach die Reaktionen beeinträchtigende Oel, besonders bei den Euphorbiaceae und Rutaceae, wurde durch Aether extrahiert.

Herrn Prof. Dr. MEZ bin ich für die Anregung und Anleitung sowie für seine stetige Anteilnahme an meiner Arbeit und ständige Kontrolle meiner Versuche zu grösstem Danke verpflichtet. Ferner danke ich den Herren Kohz und Alexnat, die ebenfalls im hiesigen Institut mit sero-diagnostischen Arbeiten beschäftigt waren, für die stets bereitwillig geleistete Hilfe bei der Anstellung meiner Versuche.

Eine kurze Zusammenfassung meiner Ergebnisse sei zunächst gegeben:

Die Untersuchungen erstreckten sich auf die Reihen der Columniferen, Geraniales, Sapindales und Rhamnales, also auf Formenkreise der Thalamiflorae (12).

Disciflorae (13). Allen hierher gehörigen Formen ist Heterochlamydie, eucyclischer Blütenbau, Choripetalie und Syncarpie des oberständigen, die Ovula centralwinkelständig tragenden Ovars eigen. Abgesehen von den Columniferen charakterisiert die genannten Reihen im Typus der Discus der Blüten.

Diese BENTHAM-HOOKER entnommene Anordnung der Familien hat gegenüber der Anordnung der unsere Formenkreise ausmachenden „Reihen" bei ENGLER (14) den sehr grossen Vorzug, dass eine auch mit den Serum-Reaktionen in den Grundzügen übereinstimmende und der Phylogenie Rechnung tragende grosse Abteilung geschaffen wird, welche m e h r als nur einen allgemeinen systematischen Ueberblick gewährt. Denn die Pflanzenfamilien, die mein Thema umfasst, stellen vielleicht den bisher am wenigsten geklärten, durch die schwächsten Merkmale voneinander geschiedenen Verwandtschaftskreis innerhalb der Dicotylen dar. Hier liess Morphologie und Entwickelungsgeschichte überall bisher die allergrössten Unsicherheiten bestehen und nur das eine Ergebnis haben alle, im speziellen Teil darzustellenden bisherigen Untersuchungen, dass die Familien sich morphologisch alle sehr nahe stehen. Aber wie diese Uebereinstimmungen phylogenetisch auszuwerten sind, ist bisher in völliges Dunkel gehüllt gewesen.

Am praecisesten spricht sich über die Phylogenie dieser unserer Disciflorae WETTSTEIN (15) aus, in dem er die Tricoccae, also die Euphorbiaceen, an die Basis stellt und sie als den ursprünglichsten hierher gehörigen Formenkreis ansieht. Dies hängt mit den allgemeinen Anschauungen WETTSTEIN's von der Primitivität der Apetalen zusammen und geht auf die Anschauung von der Entwickelung der Dicotylen aus den Amentales und deren Anschluss an die Gymnospermen zurück. Dass die Euphorbiaceen nur ausnahmsweise den an die Amentales erinnernden einfachen Blütenbau besitzen, wird nicht genügend in Rechnung gestellt. Wer sich dem WETTSTEIN'schen Standpunkt anschliessen will, muss innerhalb der Euphorbiaceen, also innerhalb einer morphologisch recht gut geschlossenen Familie, die Entwickelung der Dicotylen-Blüte von der Apetalie zu reichem, ja (Crotonoideae) sogar überreichem Diagramm annehmen. Dass diese Annahme schwieriger zu machen ist als die umgekehrte, meiner Meinung nach zutreffende, dass innerhalb der Euphorbiaceen Reduktionen zu einfacherem Blütenbau vorkommen, leuchtet ein. Mit den Serum-Reaktionen steht die WETTSTEINSche Annahme nicht in Uebereinstimmung. Sie lassen mit Sicherheit darauf schliessen, dass bei den Euphorbiaceen die vorkommenden einfachen Blüten auf Reduktionen zurückgehen.

Dass die corollaten Formen der Tricoccae den Ausgangspunkt der Reihe darstellen, dass also die einfacheren Euphorbiaceen-Blüten sich von den reicher ausgebildeten phylogenetisch durch Reduktion ableiten, hat bereits EICHLER (16) als möglich hingestellt. Diesem Standpunkt schliesse ich mich nach den Serum-Reaktionen an. Damit werden die Tricoccae von der Basis der Disciflorae weggerückt.

Wegen der nicht völligen Konstanz des Diskus bei den von BENTHAM-HOOKER zu den Disciflorae gerechneten Familien hat EICHLER (17) für diesen Verwandtschaftskreis die Bezeichnung „Eucyclicae" eingeführt. Ueber das Verhältnis dieser Eucyclicae zu den Tricoccae spricht er sich dahin aus, dass es schwierig sei, feste und durchgreifende Unterschiede anzugeben. „Ich weiss deren in der Tat keine namhaft zu machen und es ist lediglich die Gesamtheit aller oben angegebenen Merkmale, welche den Tricoccae einen eigenartigen Charakter verleiht und es rechtfertigt, wenn wir sie als besondere, den übrigen coordinierte Reihe betrachten"(18).

Damit erhalten die nach WETTSTEIN phylogenetisch tief gestellten Euphorbiaceen eine auch den Serum-Reaktionen entsprechende höhere Lage im Stammbaum und es bleibt die Frage zu beantworten, wo nun der Ausgangspunkt der Disciflorae zu suchen sei.

Wie oben bereits erwähnt, war durch PREUSS bereits ein Anschluss der Malvaceae an die Resedaceae gefunden worden. Da die Stellung der Resedaceae im System oberhalb der Berberidaceae durch die Serum-Untersuchungen meiner Vorgänger fest bestimmt ist, war damit die Frage nach dem Ursprung der Columniferen entschie-

den. Aber weitere Ergebnisse lagen nicht vor. Ueber die Malvaceen hinaus hatten auf unserm Ast des Dicotylen-Reiches die Reaktionen nicht gegriffen, sodass die eigentlichen Disciflorae (=Eucyclicae) noch völlig ungeklärt waren. Denn auf die Angaben der morphologischen Systematik, die gerade in dem hier zur Behandlung stehenden grossen Formenkreis alle Familien miteinander verwandt erklärt ohne irgand welche g e n a u e r e n Angaben machen zu können (dies wird unten im speziellen Teil meiner Arbeit durch Zitate belegt werden), ist wenig Verlass.

Es ist ein wichtiges Ergebnis meiner Untersuchungen, dass die Serum-Roaktionen der Columniferen (Malvaceae und Sterculiaceae) zu den Resedaceae reciprok bestätigt und damit sicher gestellt wurden und dass der weitere Verlauf des ganzen Astes nach oben hin durch den serologischen Anschluss zunächst der Euphorbiaceen an die Columniferae eine Klärung erfuhr.

Damit kommen die wenigstens im Androeceum einen deutlich aphanocyclischen Charakter tragenden Columniferen (19) an die Basis der hier behandelten Formenkreise; der Anschluss der Disciflorae an die Thalamiflorae wird genau in derselben Reihenfolge erreicht, wie ihn BENTHAM-HOOKER (20) annimmt.

Im Verlauf des weiteren Aufbaues des sero-diagnostischen Stammbaums bleiben im grossen ganzen die Familien in ihrer bisher nach morphologischen Merkmalen ziemlich allgemein angenommenen Stellung. Es ist sowohl für den grossen Scharfsinn, welcher in dem Aufbau des natürlichen Systems seinen Ausdruck gefunden hat wie für die Zuverlässigkeit der ohne Ausnahme mit bei Anstellung der einzelnen Reaktionen zunächst unbekannten Samenpulvern gewonnenen Ergebnisse der Sero-Diagnostik ein vorzügliches Zeichen, dass von so grundverschiedenen Methoden gelieferte Ergebnisse derart übereinstimmen. Nur sind die Aussagen, welche nach unserer Methode über die Verwandtschaften der Familien gemacht werden können, sehr viel bestimmter.

Von duch meine Untersuchungen geklärten bisher strittigen Fragen erwähne ich hier ferner die tatsächlich konstatierte Verwandtschaft der Buxaceae mit den Euphorbiaceae: jene stellen die phylogenetische Verbindung dieser mit den Celastrales - Sapindales dar. Dagegen konnte nirgends ein Anschluss der Coriariaceae gefunden werden. Deren Verwandtschaft mit den Formenkreisen der Eucyclicae ist sehr unwahrscheinlich geworden.

Weiter wurde die Stellung der Balsaminaceae derart geklärt, dass die Ansichten, wonach diese Familie in die nahe Verwandtschaft der Oxalidaceae, Geraniaceae und Tropaeolaceae gehöre, keine Bestätigung gefunden haben. Dagegen hat sich ihr Anschluss näher den Sapindales bestatigt.

Schliesslich hat sich mit grosser Wahrscheinlichkeit die Weiter-Entwickelung der Celastrales zu den Bicornes ergeben. Die Reaktionen nach den Ericaceen hin sind zwar vor der Hand noch nicht reciprok bestätigt und entbehren damit der völligen Sicherheit, aber sie sind doch derart unzweifelhaft gewesen, dass auch die Reciprocität erwartet werden kann.

Mit diesem Ergebnis ist Licht in eine der schwierigsten Fragen der Phanerogamen-Systematik gebracht worden. Dass die Sympetalen nicht monophyletisch sind, steht seit der Festetellung der Campanulatae als Abkömmlinge des Parietales-Astes (21) und der Primulales als dem Centrospermen-Ast (22) zuzurechnender Formen fest. Nun haben auch die Ericales einen eigenen Anschluss gefunden. Ob damit auch die übrigen Diplostemones steht allerdings dahin. MALLISSON (23) hat von den Primulaceae keinerlei Reaktion nach den Sapotaceae und Ebenaceae hin erhalten, obwohl diese Familien den Primulales bisher allgemein genähert wurden. Ob sie mit den Ericales zusammen an die Celastrales den Anschluss finden können, muss noch dahingestellt bleiben. Meine Reaktionen berechtigen mich nicht zu diesem Schluss.

## Spezieller Teil.

### A. COLUMNIFERAE.

Nach ENGLER (24), SCHUMANN (25) und WETTSTEIN (26) bestehen Aehnlichkeiten der Columniferen mit den Parietales, die ENGLER un SCHUMANN auf Verwandtschaft, WETTSTEIN auf Konvergenz zurückführen.

Dass diese Aehnlichkeiten auf Verwandtschaft beruhen, wies zuerst PREUSS (27) sero-diagnostisch nach. Er erhielt positive Reaktionen von den Resedaceae zu den Malvaceae. Ich konnte diese Versuche reciprok bestätigen, da ich positive Reaktionen von den Sterculiaceen (Sterculia platanifolia, Titer 1 : 6400) zu den Resedaceae erhielt.

1. Elaeocarpaceae. - Ob die Elaeocarpaceae den Anschluss der Columniferen vermitteln, konnte sero-diagnostisch bisher noch nicht festgestellt werden, da kein Samenmaterial von dieser Familie zur Verfügung stand. Nach SCHUMANN (25) ist dies aber überaus wahrscheinlich.

2. Malvaceae. - Die Malvaceae, Bombaceae, Tiliaceae und Sterculiaceae sind so nahe miteinander verwandt, (28), dass sie von BAILLON sogar zu einer einzigen Familie zusammen geschlossen werden. Die Bomaceae konnten nicht untersucht werden, da keine Samen zur Verfügung standen. Eine Differenzierung der Familien auf serodiagnostischem Wege war nicht möglich.

Die Malvaceae wurden vob PREUSS (p. 478) von den Resedaceae (Titer : 1:6400) aus mit starken Reaktionen erreicht. Sehr stark reagierten sie gleichfalls mit dem Serum von Sterculia platanifolia (Titer 1 : 6400). Das Immunserum der Malvaceae (Malva neglecta, Titer 1 : 3200) reagierte sehr stark mit den Tiliaceae (Tilia ulmifolia) und Sterculiaceae (Sterculia platanifolia und St. diversifolia). Etwas schwächer waren die Reaktionen zu den Resedaceae (Reseda odorata).

Schwche, aber immerhin deutliche Reaktionen ergaben die Violaceae (Viola odorata) und sogar noch die Cucurbitaceae (Cucurbita Pepo).

Negativ reagierten die Bixaceae (Bixa Orellana), Cistaceae (Helianthemum vulgare) und Ochnaceae (Ochna leucophloeos).

Erreicht wurden die Malvaceae von den Celastraceae (Evonymus europaea, Titer 1 : 25600) aus.

Von andern Aesten des Systems aus ergeben sich stets negative Reaktionen mit den Malvaceae. Es reagierte GOHLKE von den Betulaceae (29), Corylus Avellana, Cannabaceae (Cannabis sativa, ?30)), Juglandeaceae (Juglans regia (31)); PREUSS von den Capparidaceae (Cleome Candelabrum (32)) und Moringaceae (Moringa pterygosperma (33)); MALLIGSON (34) gleichfalls von den Betulaceae (Corylus Avellana).

3. Tiliaceae. - Diese Familie ergab starke Reaktionen mit den Malvaceae (Malva neglecta, Titer 1 : 3200), Sterculiaceae (Sterculia platanifolia, Titer 1 : 6400), Celastraceae (Evonymus europaea, Titer 1 : 25600) und Euphorbiaceae (Mercurialis annua, Titer 1 : 3200).

Keine Reaktion ergaben die Tiliaceen mit den Juglandaceae (Juglans regia (35)) und Cannabaceae (Cannabis sativa, (36)).

4. Sterculiaceae.- Die Sterculiaceae (Titer 1 : 6400) zeigten sehr starke Reaktionen zu den Malvaceae (Malva neglecta) und Tiliaceae (Tilia ulmifolia). Etwas schwächer reagierten die Euphorbiaceae (Euphorbia pilosa, E. lathyris), Geraniaceae (Geranium sibiricum), Oxalidaceae (Oxalis stricta) und die Resedaceae (Reseda odorata).

Schwach positive Reaktionen ergaben die Buxaceae (Buxus sempervirens), Celastraceae (Evonymus europaea), Cucurbitaceae (Cucurbita Pepo), Hippocastanaceae (Aesculus Hippocastanum), Sapindaceae (Sapindus Saponaria), Violaceae (Viola odorata).

Negativ verliefen die Reaktionen zu den Linaceae (Linum perenne), Rutaceae (Ruta graveolens), Meliaceae (Melia Azedarach), Anacardiaceae (Anacardium occicentale), Balsaminaceae (Impatins noli-tangere), Aquifoliaceae (Ilex aquifolium)

Staphyleaceae (Staphylea pinnata) und Tropaeolaceae (Tropaeolum majus). Der negative Ausfall mindestens eines Teils dieser Reaktionen ist durch den schwachen Titer des Steccolia-Serums zu erklären.

Weiterhim würde reagiert mit Familien, die nicht diesem Verwandtschaftskreis angehören. Die Reaktionen verliefen ohne Ausnahme negativ. Es waren: Aristolochiaceae (Aristolochia Clematitis), Betulaceae (Carpinus betulus), Bixaceae (Bixa Orellana), Borraginaceae (Lappula Myosotis), Caryophyllaceae (Agrostemma Githago), Cistaceae (Helianthemum vulgare), Convolvulaceae (Ipomoea purpurea), Cruciferae (Brassica nigra), Dipsacaceae (Dipsacus silvester), Frankeniaceae (Frankeina grandiflora), Gentaanaceae (Gentiana lutea), Ginkgoaceae (Ginkgo biloba), Guttiferae (Hypericum perforatum), Labiatae (Salvia officinalis), Leguminosae (Phaseolus multiflorus), Lardizabalaceae (Akebia quinata), Magnoliaceae (Illicium anisatum), Menispermaceae (Anamirta Cocculus), Phytolaccaceae (Phytolacca americana), Punicaceae (Punica Granatum), Tamaricaceae (Tamarix gallica), Thymelaeaceae (Daphne Mezereum), Sapotaceae (Argania Sideroxylon), Scrophulariaceae (Digitalis purpurea), Theaceae (Thea japonica), Umbelliferae (Foeniculum vulgare) Urticaceae (Urtica pilulfera).

Zu den Sterculiaceae erhielt ich positive Reaktionen ausgehend von den Buxaceae (Buxus sempervirens, Titer 1 : 3200), Rhamnaceae (Frangula Alnus, Titer 1 : 51200), Celastraceae (Evonymus europaea, Titer 1 : 25600) und Tropaeolaceae (Tropaeolum majus, Titer 1 : 51200).

Negativ verliefen die Reaktionen von den Linaceae (Linum usitatissimum, Titer 1 : 3200) aus.

Auf die verschieden starken Titer der Sera, welche bei den Linaceae negative, bei den ferner stehenden Celatraceae und Rhamnaceae positive Ergebnisse lieferten, mache ich besonders aufmerksam.

Es reagrietten ferner mit den Sterculiaceae mit negativem Erfolg: PREUSS (37) von den Caricaceae (Carica Papaya) und MALLIGSON von den Caryophyllaceae (Silene gallica (38)), Fagaceae (Fagus silvatica (39)), Primulaceae (Primula officinalis (40)) und Proteaceae (Grevillea robusta (41)) aus.

Die Columniferae bilden also einen ganz engen Verwandtschaftskreis und leiten sich, wahrscheinlich durch die Elaeocarpaceae, von der Reihe der Parietales ab. Die Insertionsstelle des Columniferen-Astes muss zwischen den Resedaceae und Cucurbitaceae, wahrscheinlich dicht über den Resedaceae und in der Nähe des die Violaceae tragenden kurzen Seitenzweiges (cf. RREUSS p. 499) liegen.

## B. TRICOCCAE.

Nach HYATA (42) finden die Euphorbiaceae ihre nächsten Verwandten bei den Geraniales. SCHUMANN (43) hebt weiterhin ihre nahen Beziehungen zu den Sterculiaceae hervor. WETTSTEIN (44) hält die Euphorbiaceae auch für verwandt mit den Columniferae und Geraniales, ausserdem noch mit den Sapindales, bezeichnet aber als ihre Ascendenten die Urticales bezw. Juglandales. HALLIER (45) vereinigt merkwürdiger Weise die Euphorbiaceae mit den Salicaceae als Pangieae.

5. Euphorbiaceae. - Mercurialis annua lieferte das Immunserum vom Titer 1 : 3200. Von allen angestellten Versuchen waren nur 6 zu verwerten, da sich bei den übrigen die Kontrollen getrübt hatten.

Starke positive Reaktionen ergaben die Aquifoliaceae (Ilex aquifolium), Buxaceae (Buxus sempervirens), Celastraceae (Evonymus europaea) und Tiliaceae (Tilia ulmifolia).

Schwach reagierten die Empetraceae (Empetrum nigrum) und Malvaceae (Althaea rosea).

Ferner erzielte ich Reaktionen mit den Euphorbiaceae ausgehend von Buxus sempervirens (Titer 1 : 3200), Evonymus europaea (Titer 1 : 25600), Rhamnaceae (Prangula Alnus, Titer 1 : 51200), Tropaeolaceae (Tropaeolum majus, Titer 1 : 51200) und schwachvon den Linaceae (Linum usitatissimum, Titer 1 : 3200).

Negativ reagierten die Euphorbiaceae mit den schwachen Sera der Aceraceae (Acer platanoides, Titer 1 : 3200) und Rutaceae (Phellodendron japonicum, Titer

1 : 1600).

Von anderen Aesten des Systems wurde verschiedentlich, und zwar stets mit negativem Ergebnis, nachden Euphorbiaceae hin reagiert, nämlich durch PREUSS an den Moringaceae (Moringa pterygosperma (46)), Caricaceae (Carica Papaya (47)), Loasaceae (Blumenbachia Hieronymi (48)), durch MALLIGSON von den Nyctaginaceae (Mirabilis Jalapa (49)), Polygonaceae (Fagopyrum esculentum (50)) her.

Die Euphorbiaceae sind demnach auf der Verlängerung des Columniferen-Astes zu suchen und weisen ausserdem verwandtschaftliche Beziehungen zu den Geraniales und Sapindales (hauptsächlich Buxaceae) auf. Eine Verwandtschaft mit den Urticales und Juglandales (51) besteht nicht.

## C. SAPINDALES.

Eine Verwandtschaft des Sapindales mit den Geraniales und Columniferae wird in der Literatur überall angenommen. Ein Bindeglied zu den Euphorbiaceae scheinen die Buxaceae zu sein, die von PAX (52) zu den Sapindales gestellt werden.

6. Buxaceae. - Von Buxus sempervirens wurde ein Immuntier erzielt, dessen Serum den Titer 1 : 3200 hatte. Entsprechend der geringen Stärke dieses Serums reagierten nur die nächsten Verwandten.

Stark positiv waren die Geraniaceae (Geranium sibiricum) und Oxalidaceae (Oxalis stricta). Etwas schwächer reagierten Celastraceae (Evonymus europaea), Euphorbiaceae (Securinega flüggeoides), Linaceae (Linum perenne), Sapindaceae (Sapindus Saponaria), Sterculiaceae (Sterculia diversifolia) und Tropaeolaceae (Tropaeolum majus).

Schwach positiv waren die Reaktionen mit den Rhamnaceae (Rhamnus cathartica) und Vitaceae (Vitis vinifera).

Negativ waren die Anacardiaceae (Anacardium occidentale), Aquifoliaceae (Ilex Aquifolium), Berberidaceae (Berberis vulgaris), Cneoraceae (Cneorum tricoccum), Cruciferae (Brassica nigra), Legumicosae (Phaseolus multiflorus), Meliaceae (Melia Azedarach), Menispermaceae (Anamirta Cocculus), Moraceae (Maclura aurantiaca), Papaveraceae (Papaver somniferum), Ranunculaceae (Paeonia peregrina), Rosaceae (Pirus prunifolia), Rutaceae (Ruta graveolens), Saxifragaceae (Saxifraga aizoides), Staphyleaceae (Staphylea pinnata) und Urticaceae (Urtica pilulifera).

Buxus sempervirens wurde in positiven Reaktionen erreicht vom Ausgangspunkt der Tropaeolaceae (Tropaeolum majus, Titer 1 : 51000) und Celastraceae (Evonymus europaea, Titer 1 : 25600). Etwas schwächer waren die Reaktionen von den Linaceae (Linum usitatissimum, Titer 1 : 3200) und Rhamnaceae (Frangula Alnus, Titer 1 : 51200) her.

Von anderen Aesten des Systems wurde mit den Buxaceae stets nur ohne Erfolg reagiert. Es machten Versuche MALLIGSON von den Fagaceae (Fagus silvatica (53)) und Polygonaceae (Fagopyrum esculentum (54)) aus.

Die Buxaceae stehen also auf dem Columniferen-Ast oberhalb der Euphorbiaceae. Weiter noch oben kämen die Celastraceae zu stehen. Unterhalb der Buxaceae geht ein Seitenast zu den Geraniales ab.

7. Empetraceae. - Als die Versuche mit den Buxaceae angestellt wurden, stand mir leider noch kein Samenmaterial von Empetrum zur Verfügung. Ich erhielt dann ziemlich starke Reaktionen mit dieser Spezies von den Euphorbiaceae (Mercurialis annua Titer 1 : 3200), schwächere von den Celastraceae (Evonymus europaea, Titer 1 : 25600) und Rhamnaceae (Frangula Alnus, Titer 1 : 51200) aus.

Negativ verliefen die Reaktionen mit den Rutaceae (Phellodendron japonicum, Titer 1 : 1600).

Die Empetraceae gehören nach diesen Reaktionen zu den Sapindales. Da sie von PAX (55) für nahe Verwandte der Buxaceae und Celastraceae gehalten werden, möchte ich sie (unter Vorbehalt einer besseren Einordnung durch spätere Untersuchungen) als Seitenast bei den Buxaceae abzweigen.

In der Nähe der Celastraceae können sie nicht stehen, da sonst die Reaktionen mit dem hochwertigen Immunserum von Evonymus europaea stärker hätten sein müssen.

8. Sapindaceae. - Von dieser Familie standen mir leider nur die giftigen samen von Sapindus Saponaria zur Verfügung. Es konnte kein Immuntier erzielt werden. - Die Familie reagierte positiv mit den Sterculiaceae (Sterculia platanifolia, Titer 1 : 6400), Celastraceae (Evonymus europaea, Titer 1 : 25600), Tropaeolaceae (Tropaeolum majus, Titer 1 : 51200), Aceraceae (Acer platanoides, Titer 1 : 3200).

Negativ waren die Raaktionen mit den Anonaceae (Anona triloba (56)), Cannabaceae (Cannabis sativa (37)), Capparidaceae (Cleome candelabrum (58)), Juglandaceae (Juglans regia (59)), Loasaceae (Blumenbachia Hieronymi (60)) und Moringaceae (Moringa pterygosperma (61)).

Da die Sapindaceae noch von den Columniferae aus erreicht wurden, müssen sie als Seitenast nicht weit oberhalb der Buxaceae liegen. Ihre genauere Stellung im System wurde erst durch die Immunsera von Acer platanoides und Impatiens noli tangere festgelegt und wird dort besprochen werden.

9. Aceraceae. - Acer platanoides lieferte ein Immunserum mit dem Titer 1 : 3200. - In der Literatur werden als nächste Verwandte der Aceraceae allgemein die Hippocastanaceae und Sapindaceae angegeben.

Es reagierten stark positiv die Anacardiaceae (Schinus molle), Balsaminaceae (Impatiens noli-tangere), Burseraceae (Canarium commune), Hippocastanaceae (Aesculus Hippocastanum), Meliaceae (Melia Azedarach), Oxalidaceae (Oxalis stricta) und Simarubaceae (Ailanthus glandulosa).

Schwächer positiv reagierten die Celastraceae (Evonymus europaea), Geraniaceae (Geranium sibiricum), Tropaeolaceae (Tropaeolum majus) und Rhamnaceae (Frangula Alnus).

Negativ verliefen die Versuche mit den Aquifoliaceae (Ilex Aquifolium), Caprifoliaceae (Lonicera coerulea), Cneoraceae (Cneorum tricoccum), Erythroxylaceae (Erythroxylon Coca), Ginkgoaceae (Ginkgo biloba), Linaceae (Linum usitatissimum), Rutaceae (Ruta graveolens) und Zygophyllaceae (Zygophyllum Fabago).

Erreicht wurden die Aceraceae von den Ausgangspunkten der Celastraceae (Evonymus europaea, Titer 1 : 25600) und Tropaeolaceae (Tropaeolum majus, Titer 1 : 51200). - Negativ verliefen die Reaktionen mit dem schwachen Rutaceen-Serum (Phellodendron japonicum, Titer 1 : 1600).

Den Reaktionen zufolge sind die Aceraceae nahe verwandt mit den Hippocastanaceae, Sapindaceae, Anacardiaceae, Burseraceae, Simarubaceae und Meliaceae; entfernter ist die Verwandtschaft mit den Celastraceae und den Geraniales.

Wegen der deutlichen Reaktionen der Sapindaceae mit den Columniferae und den Aceraceae mit den Geraniales ist der Sapindales-Ast dicht über den Buxaceae anzusetzen.

10. Hippocastanaceae. - Ein Immuntier von den Hippocastanaceae zu erzielen gelang nicht. Bei dem ersten Tier trat nach der ersten Injektion Haemolyse ein. Ich versuchte dann, das Aesculin durch Baryumhydrat zu zerstören, was auch gelang. Das Baryum wurde dann als Carbonat gefällt und darauf erst aus dem Samenpulver das Eiweiss ausgezogen. Die ersten Injektionen wurden darauf von den Versuchstieren gut ertragen. Diese fiengen dann aber bald an zu kränkeln und gingen schliesslich ein, ohne dass haemolytische Erscheinungen auftraten. Da die nächst verwandten Aceraceae einen brauchbaren Impf-Extrakt lieferten, nahm ich von weiteren Versuchen - eine Immunität mit Aesculus zu erzielen Abstand.

Die Hippocastanaceae (Aesculus Hippocastanum) ergaben stark positive Reaktionen mit dem Immunserum von Acer platanoides (Titer 1 : 3200). Schwächer reagierten sie mit den Celastraceae (Evonymus europaea, Titer 1 : 25600), Rhamnaceae (Frangula Alnus, Titer 1 : 51200), Sterculiaceae (Sterculia platanifolia, Titer 1 : 6400) und Tropaeolaceae (Tropaeolum majus, Titer 1 : 51200).

Negativ verliefen die Reaktionen mit den Rutaceae (Phellodendron japonicum, Titer 1 : 1600), Anonaceae (Anona triloba (62)) und Cucurbitaceae (Cucurbita Pepo (63)).

Die Hippocastanaceae gehören also in den ganz nahen Verwandtschaftskreis der Aceraceae. Sie sind vielleicht als kurzer Seitenast von den Sapindaceae abzu-

leiten.

11. Anacardiaceae. - Die Anacardiaceae sind nach WETTSTEIN (64) und RADLKOFER (65) mit den Meliaceae und Sapindaceae nahe verwandt, weiterhin sollen die Burseraceae, Meliaceae und Simarubaceae in diesen Verwandtschaftskreis gehören.

Die Anacardiaceae lieferten kein Immunserum; sie reagierten sehr stark mit dem Immunserum von Acer platanoides (Titer 1 : 3200), schwächer mit Evonymus europaea (Titer 1 : 25600), Frangula Alnus (Titer 1 : 51200) und Tropaeolum majus (Titer 1 : 51200).

Negativ verliefen die Reaktionen mit den Rutaceae (Phellodendron japonicum, Titer 1 : 1600) und Sterculiaceae (Sterculia platanifolia, Titer 1 : 6400).

Als Basis dieses Verwandtschaftskreises werden von RADLKOFER und WETTSTEIN (64,65) die Rutaceae abgenommen. Dieser Annahme muss ich nach den Serum-Reaktionen, welche die Rutaceen oberhalb der Malpighiaceae am Linum-Zweig lokalisieren, widersprechen. Bis ein Anacardiaceen-Serum erzielt ist, müssen diese provisorisch am Sapindales-Zweig, in der Nähe der Sapindaceae, angesetzt werden.

12. Meliaceae. - Von den Meliaceen wurde ebenfalls kein Immunserum erzielt. Ich erhielt schwächere Reaktionen von den Aceraceae zu den Meliaceae als zu den Anacardiaceae. Positiv reagierten sie ferner mit den Celastraceae (Evonymus europaea), Rhamnaceae (Frangula Alnus) und Tropaeolaceae (Tropaeolum majus).

Negativ waren die Reaktionen von der Rutaceae (Phellodendron japonicum, Titer 1 : 1600) und Sterculiaceae (Sterculia platanifolia, Titer 1 : 6400) aus.

Nach den oben erwähnten Ansichten WETTSTEINs und RADLKOFERS müssen die Meliaceae in völliger Uebereinstimmung mit ihren Serum-Reaktionen ihre Stellung unterhalb der Anacardiaceae finden.

13. Burseraceae. - Verwertbare Reaktionen geben die Burseraceae mit den Aceraceae und Rutaceae. Ein Immunserum wurde nicht erzielt, da nicht genügende Samenmengen zur Verfügung standen.

Da die Verwandtschaft der Burseraceen mit den Aceraceae sero-diagnostisch festgestellt werden könnte, erhalten sie ihren Platz, unter Berücksichtigung der Ansichten WETTSTEIN's, vorläufig ihren Platz unterhalb der Meliaceae.

14. Simarubaceae. - Von den Simarubaceae wurde ebenfalls kein Immunserum gewonnen. Nach WETTSTEIN, RADLKOFER und ENGLER (66) zeigen sie nahe Beziehungen zu den Burseraceae, Meliaceae und Rutaceae.

Positive Reaktionen erhielt ich mit dem Immunserum von Acer platanoides, Evonymus europaea, Frangula Alnus und Impatiens noli-tangere (dieses Titer 1 : 1600). - Die Reaktionen mit den Rutaceae (Phellodendron japonicum) waren leider nicht verwertbar, da die Kontrollen sich getrübt hatten.

Da die Balsaminaceae zwar mit den Simarubaceae reagierten, nicht aber mit den Rutaceae, ist wohl nicht anzunehmen, dass die Rutaceae wirklich mit den Simarubaceae allernächst verwandt sind. Sie haben vielmehr ihren Platz bei den Geraniales in der Nähe der Linaceae gefunden.

Die Simarubaceae dagegen sind als Basis des Sapindales-Astes aufzufassen. Dieser Zweig sitzt in der Nähe der Buxaceae dem Buxaceae - Celastraceae-Ast an.

15. Polygalaceae. - Nach WETTSTEIN (67) sind die Polygalaceae, als Seitenreihe mit zygomorphen Blüten, zusammen mit den Trigoniaceae und Vochysiaceae (68) von den Meliaceae oder nahen Verwandten abzuleiten. HYATA (69) gibt nur Beziehungen zu den Leguminosae, HALLIER (70) zu den Violaceae an. Nach CHODAT (71) bilden sie „eine sehr natürliche Familie, die mit keiner anderen nahe verwandt ist".

Ob die Polygalaceae mit den Meliaceae am nächsten verwandt sind, konnte mangels eines Polygala- oder Melia-Serums, nicht festgestellt werden. Sie gehören aber mit Sicherheit zu dem grossen Formenkreis der Sapindales, da ich von de Celastraceae (Evonymus europaea) aus eine positive Reaktion erhielt. - Bis ein weiter klärendes Immunserum gewonnen ist, schliesse ich die Polygalaceae provisorisch an die Meliaceae an.

16. Balsaminaceae.- Die Balsaminaceae werden von WETTSTEIN (72) zu den Gruinales gestellt. WARBURG und REICHE (73) reihen sie wegen der Lage der Mikropyle und Rhaphe in die Sapindales ein, doch nur unter Vorbehalt, wegen der vielen Aehnlichkeiten mit den Tropaeolaceae.

Ein Immunserum der Balsaminaceae erhielt ich durch Injektionen mit Impatiens noli-tangere. Es zeigte den Titer 1 : 1600; vor Erreichung einer höheren Immunität musste das Tier leider notgeschlachtet werden.

Mit diesem geringwertigen Serum reagierten positiv die Celastraceae (Evonymus europaea) und die Simarubaceae (Ailanthus glandulosa).

Negativ reagierten die Aquifoliaceae (Ilex Aquifolium), Erythroxylaceae (Erythroxylon Coca), Linaceae (Linum usitatissimum), Ochnaceae (Ochne leucophloeos), Rutaceae (Phellodendron japonicum), Zygophyllaceae (Zygophyllum Fabago).

Erreicht wurden die Balsaminaceae ausgehend von den Aceraceae, Celastraceae, Linaceae (Linum usitatissimum, Titer 1 : 3200), Tropaeolaceae und Rhamnaceae.

Die Balsaminaceae gehören demnach zu den Sapindales. Im Stammbaum müssen sie als abgeleitete, zygomorphe Familie, als Seitenzweig am Buxaceae - Celastraceae-Ast, zwischen der Ansatzstelle des Sapindales-Zweiges und den Celastraceae angefügt werden.

17. Coriariaceae. - Diese Familie ist aus dem Verwandtschaftskreis der Sapindales auszuschliessen, da sie selbst mit keinem der hochwertigen Sera von Frangula Alnus, Evonymus europaea und Tropaeolum majus eine Reaktion ergeben hat. - Ueber ihre Stellung im System jetzt schon Vermutungen auszusprechen, wäre verfrüht.

## D. CELASTRALES.

18. Celastraceae. - Nach PAX und BAILLON (74) besteht eine nahe Verwandtschaft zwischen den Celastraceae, Buxaceae und, nach GILG (75) weiterhin noch mit den Vitaceae und Rhamnaceae.

Evonymus europaea lieferte ein hochwertges Immunserum vom Titer 1 : 25600. Stark positiv reagierten die Aceraceae (Acer platanoides), Anacardiaceae (Schinus molle), Balsaminaceae (Impatiens noli-tangere), Buxaceae (Buxus sempervirens), Celastraceae selbst (Celastrus orbiculata), Empetraceae (Empetrum nigrum), Ericaceae (Vaccinium Myrtillus), Euphorbiaceae (Mercurialis annua, Croton Tiglium, Euphorbia Lathyris), Geraniaceae (Geranium sibiricum), Malvaceae (Malva neglecta, althaea officinalis), Meliaceae (Melia Azedarach), Oxalidaceae (Oxalis stricta), Rhamnaceae (Rhamnus cathartica, Zizyphus vulgaris), Tiliaceae (Tilia ulmifolia), Tropaeolaceae (Tropaeolum majus), Simarubaceae (Ailanthus glandulosa) und Sterculiaceae (Sterculia diversifolia).

Schwächer waren die Reaktionen zu den Cneoraceae (Cneorum tricoccum), Hippocastanaceae (Aesculus Hippocastanum), Linaceae (Linum usitatissimum), Rutaceae (Citrus Limonum) und Vitaceae (Vitis vinifera).

Negativ reagierten die Apocynaceae (Strophanthus Combe), Compositae (Cnicus benedictus), Coriariaceae (Coriaria myrtifolia), Hydrophyllaceae (Phacelia tanacetifolia), Umbelliferae (Levisticum officinale), Valerianaceae (Valerianella olitoria), und Verbenaceae (Verbena officinalis).

Der Platz, der den Celastraceae aufgrund der Reaktionen von Buxus sempervirens (vergl. oben, p. 88) zugewiesen wurde, ist nach diesen Reaktionen richtig.

Die Celastraceae ergaben ferner positive Reaktionen mit den Immunseren der Aceraceae (Acer platanoides), Buxaceae (Buxus sempervirens), Balsaminaceae (Impatiens coli-tangere), Euphorbiaceae (Mercurialis annua), Rhamnaceae (Frangula Alnus), Sterculiaceae (Sterculia platanifolia) und Tropaeolaceae (Tropaeolum majus).

Negativ reagierten sie mit dem geringwertigen Immunserum der Rutaceae (Phellodendron japonicum), der Betulaceae (Corylus Avellana (76)), Cannabaceae (Cannabis sativa (77)), Juglandaceae (Juglans regia (78)) und Umbelliferae (Petroselinum sativum (79)).

Das erzielte Evonymus-Serum mit seinem hohen Titer umfasst den ganzen Columniferen-Ast und bietet in seiner enormen Reichweite ein Analogon zu dem von MALLIGSON (80) erzielten Immunserum von Fagus silvatica, welches dort den ganzen Centrospermen-Ast umfasste.

19. Aquifoliaceae. - Zu den Aquifoliaceae, die selbst kein Immunserum geliefert hatten, erhielt ich nur von den Euphorbiaceae und Rhamnaceae eindeutig positive Reaktionen; mit den Aceraceae, Balsaminaceae, Rutaceae, Tropaeolaceae und Sterculiaceae reagierten sie nicht. Ihre genauere Lokalisation wird erst dann möglich sein, wenn ein Immunserum von ihnen vorliegt. - Vorläufig reihe ich sie als Seitenast an die Celastraceae an (wohin sie nach ihrem ganzen morphologischen und anatomischen Verhalten wohl auch gehören (81)), da sie mit den Tropaeolaceae nicht mehr reagierten, während die Celastraceae damit noch positives Ergebnis lieferten.

20. Staphyleaceae. - Nach HYATA (82) stellen ENGLER und DeCANDOLLE die Staphyleaceae in die Nähe der Celastraceae. Sie sollen aber wiederum auch den Sapindaceae nahestehen.

Stark positiv reagierten sie mit den Rhamnaceae (Frangula Alnus, Titer 1 51200).

Negativ waren dagegen die Reaktionen mit den Aceraceae (Acer platanoides), Buxaceae (Buxus sempervirens), Caricaceae (Carica Papaya (83)), Loasaceae (Blumenbachia Hieronymi (84)), Moringaceae (Moringa pterygosperma (85)), Resedaceae (Reseda odorata (86)), Rutaceae (Phelldendron japonicum) und Sterculiaceae $Sterculia platanifolia).

Ich reihe daher die Staphyleaceae, bis weitere Daten vorliegen, als Seitenast direkt an die Celastraceae an. Von diesen aus direkt zu reagieren wurde leider versäumt.

## F. RHAMNALES.

Zu den Rhamnales werden von den neueren Autoren nur noch die Rhamnaceae und Vitaceae gerechnet. Nach GILG (87) kommt eine fernere Verwandtschaft nur noch mit den Celastrales in Betracht. Nach HYATA (88) werden auch die Umbelliferae als Verwandte genannt.

21. Rhamnaceae. - Frang ula Alnus ergab ein Immunserum, das den höchsten von mir erhaltenen Titer zeigte; selbst in einer Verdünnung von 1 : 102400 erhielt ich noch einen wenn auch ganz schwachen Niederschlag. Da aber so geringe Ausflockungen von uns niemals als positiv gewertet werden, bezeichne ich den Titer nur mit 1 : 51200. - Da das Serum infolge der hohen Immunität sehr weit reichende Reaktionen ergab, erhielt ich zu dem gesamten Verwandtschaftskreis positive Reaktionen, die natürlich mit zunehmender Entfernung allmählig schwächer wurden.

Das Immunserum von Frangula Alnus gab stark positive Resultate mit den Aceraceae (Acer platanoides), Buxaceae (Buxus sempervirens), Celastraceae (Evonymus europaea) und Vitaceae (Ampelopsis quinquefolia).

Schwächer waren die Reaktionen zu den Anacardiaceae (Rhus typhina), Aquifoliaceae (Ilex Aquifolium), Balsaminaceae (Impatiens parviflora), Cneoraceae (Cneorum tricoccum), Empetraceae (Empetrum nigrum), Ericaceae (Vaccinium Myrtillus), Euphorbiaceae (Mercurialis annua, Croton Tiglium), Geraniaceae (Geranium sibiricum) Hippocastanaceae (Aesculus Hippocastanum), Linaceae (Linum perenne), Malpighiaceae (Hiptage madablota), Meliaceae (Melia Azedarach), Oxalidaceae (Oxalis stricta), Polygalaceae (Polygala oleifera), Rutaceae (Ruta graveolens), Simarubaceae (Ailanthus glandulosa), Staphyleaceae (Staphylea pinnata) und Tropaeolaceae (Tropaeolum majus).

Negativ verliefen die Reaktionen zu den Cactaceae (Opuntia ficus indica), Coniferae (Pinus silvestris), Coriariaceae (Coriaria myrtifolia), Gramineae (Tri-

ticum vulgare), Leguminosae (Cytisus laburnum), Oleaceae (Fraxinus Ornus), Primulaceae (Primula elatior), Ranunculaceae (Ranunculus acer), Resedaceae (Reseda odorata), Rosaceae (Pirus malus), Sapotaceae (Illipe latifolia), Umbelliferae (Foeniculum vulgare, Pimpinella Anisum), Urticaceae (Urtica pilulifera).

Erreicht wurden die Rhamnaceae durch Reaktionen ausgehend von den Aceraceae (Acer platanoides), Buxaceae (Buxus sempervirens) und Celastraceae (Evonymus europaea).

Negativ verliefen die Reaktionen mit dem Immunsera der Rutaceae (Phelloden dron japonicum), Tropaeolaceae (Tropaeolum majus) vom Columniferen-Ast; ferner des Cannabaceae (Cannabis sativa (89)) und Umbelliferae (Petroselinum sativum (91)) von andern Aesten der Dicotylen.

Die Rhamnaceae zeigen also nach den Versuchen hauptsächlich nahe Verwandtschaft mit den Celastraceae und Vitaceae. Die starken Reaktionen mit den Aceraceae fallen etwas aus dem Rahmen der übrigen Versuchs. Sie müssen daher später wiederholt werden.

Den Reaktionen entsprechend sind die Rhamnaceae als Weiterentwickelung des Buxaceae - Celastaceae-Astes aufzufassen und erhalten daher ihren Platz oberhalb der Celastraceae.

22. Vitaceae. - Als Immunisations-Zentrum wurde diese Familie nicht gewählt da ihre ehge Zugehörigkeit zu den Rhamnaceae auf der Hand lag.

Sehr starke positive Reaktionen erhielt ich ausgehend von den Rhamnaceae (Frangula Albus), schwächere von den Celastraceae (Evonymus europaea), ganz schwache von den Buxaceae (Buxus sempervirens) aus.

Negativ verliefen die Reaktionen des schwachen Rutaceen-Serums.

Nach diesen Ergebnissen sitzen die Vitaceae als ganz kurzer Zweig den Rhamnaceae an. - Verwandtschaftliche Beziehungen zu den Umbelliferae sind, wie die Reaktionen unzweideutig zeigen, nicht vorhanden.

## F. ERICALES.

Nach WETTSTEIN (92) sind die Ericaceae mit den Primulaceae in „recht klare verwandtschaftliche Beziehungen" zu bringen. „Mit den übrigen Reihen der Sympetalen stehen sie in keinem nachweisbaren Zusammenhang". Die gemeinschaftlichen Ascendenten beider glaubt WETTSTEIN bei den Guttiferales (also nach den Serum-Forschungen einer Abteilung der Parietales) zu finden.

Nach HYATA (93) wären die Ericaceae in Beziehungen zu den Campanulaceae zu bringen. - Alle diese Angaben gehen durchaus fehl.

Positiv reagierten die Ericaceae mit den Immunsera der Celastraceae (Evonymus europaea) und Tropaeolaceae (Tropaeolum majus. - Ueber die enorme Reichweite dieser beiden hochwertigen Sera wurde oben gehandelt.

Negative Reaktionen ergaben die Ericaceae mit den Sera der Fagaceae (Fagus silvatica (94)) und Proteaceae (Grevillea robusta (95)).

Die Ericaceae sind nach diesen Reaktionen als Seitenzweig an die Celastraceae anzusetzen. Da MALLIGSON (96) die Primulaceae als zum Centrospermen-Ast gehörig nachweisen konnte, besteht eine Verwandtschaft zwischen den Primulales und Ericales nicht. - Hiermit hätten wenigstens zwei Reihen der Sympetalen, bei denen „noch getrennte Blumenblätter vorkommen und zwei Staubblattkreise typisch sind" (97) ihren Platz im System als Abkömmlinge ganz verschiedener Gruppen der Dialypetalen und zugleich als dem Stamm der Sympetalen, den Tubifloren völlig fern stehend, erhalten.

## G. Geraniales.

Die Geraniales gelten im allgemeinen in der Literatur als nahe Verwandte der Sapindales und Columniferae. WETTSTEIN nimmt ausserdem noch Beziehungen zu den Urticales an.

24. Oxalidaceae. - Nach REICHE (98) sind sie eng verwandt mit den Geraniaceae, Tropaeolaceae, Linaceae und Humiriaceae.

Die Oxalidaceae konnten nicht als Immunisations-Zentrum verwendet werden, da nicht genügende Samenmengen zur Verfügung standen. Ihre Stellung konnte aber durch Reaktionen von anderen Zentren aus geklärt werden.

Stark positiv reagierten sie mit den Linaceae (Linum usitatissimum, Titer 1 : 3200), Tropaeolaceae (Tropaeolum majus, Titer 1 : 51200) und etwas schwächer mit den Buxaceae und Sterculiaceae. Schwach reagierten sie mit den Aceraceae (Acer platanoides), Celastraceae (Evonymus europaea) und Rhamnaceae (Frangula Alnus).

Negativ waren die Reaktionen von den Rutaceae (Phellodendron japonicum) und Cannabaceae (Cannabis sativa (99))aus. Da die Oxalidaceae von den Sterculiaceae und Buxaceae mit gleich starken Reaktionen erreicht wurden,mit den Aceraceae dagegen nur noch schwach reagierten, dürfte der Ast, der die Oxalidaceae trägt, sich etwa bei den Euphorbiaceae abzweigen. - Da die Oxalidaceae die stärksten Reaktionen der Geraniales mit den Sterculiaceae ergaben, sind sie als am tiefsten stehend aufzufassen.

25. Geraniaceae. - Von den Geraniaceae wurde ebenfalls kein Immuntier erzielt; es standen zwar genügende Samenmengen zur Verfügung. Ein brauchbarer Impfextrakt konnte aber nicht erlangtwerden, da die Samen zu schleimig waren und der Schleim das Filtrieren des Extrakts vollkommen unterband.

Als nächste Verwandte der Geraniaceae kommen die Oxalidaceae, Linaceae und Tropaeolaceae in Betracht. Starke positive Reaktionen zu den Geraniaceae erhielt ich von den Linaceae und Tropaeolaceae aus. Weniger stark waren die Ausflockungen mit den Seren der Buxaceae, Rhamnaceae und Sterculiaceae. Sehr schwach waren die Reaktionen mit den Aceraceae.

Nicht erreicht wurden die Geraniaceae von den Ausgangspunkten der Anonaceae (Anona triloba (100)); Berberidaceae (Podophyllum Emodi (101)), Cannabaceae (Cannabis sativa (102)), Capparidaceae (Cleome Candelabrum (103)), Caricaceae (Carica Papaya (104)), Loasaceae (Blumenbachia Hieronymi (105)), Moringaceae (Moringa pterygosperma (106)), Resedaceae (Reseda odorata (107)), Rutaceae (Phellodendron japonicum).

Dem entsprechend wäre die Stellung der Geraniaceae, da sie mit den Aceraceae nur noch sehr schwach reagierten, jenseits der Oxalidaceae zu suchen.

26. Tropaeolaceae. - Tropaeolum majus lieferte ein Immunserum, das den hohen Titer 1 : 51200 hatte. Dem entsprechend erhielt ich auch in der entfernteren Verwandtschaft noch verhältnismässig starke positive Reaktionen.

Stark positiv reagierten die Buxaceae (Buxus sempervirens), Euphorbiaceae (Croton Tiglium), Linaceae (Linum perenne), Oxalidaceae (Oxalis stricta) und Rutaceae (Phellodendron japonicum).

Schwächer positiv waren die Reaktionen der Aceraceae (Acer platanoides), Anacardiaceae (Anacardium occidentale), Balsaminaceae (Impatiens Roylei), Celastraceae (Evonymus europaea), Empetraceae (Empetrum nigrum), Ericaceae (Vaccinium Myrtillus), Hippocastanaceae (Aesculus Hippocastanum), Meliaceae (Melia Azedarach), Sapindaceae (Paullinia Cupana), Sapotaceae (Mimusops spec.). - Die letztgenannte Reaktion war nicht ganz einwandtsfrei.

Negativ waren die Reaktionen mit den Aquifoliaceae (Ilex Aquifolium), Cneoraceae (Cneorum tricoccum), Coriariaceae (Coriaria myrtifolia), Cucurbitaceae (Cucurbita Pepo), Labiatae (Salvia officinalis), Rhamnaceae (Frangula Alnus), Staphyleaceae (Staphylea pinnata), Theaceae (Thea japonica) und Thymelaeaceae (Daphne Mezereum).

Erreicht wurden die Tropaeolaceae von den Ausgangspunkten der Aceraceae, Celastraceae, Buxaceae, Linaceae und Rhamnaceae. - Dass bei beiderseitigem gleichem Titer 1 : 51200 mit den Rhamnaceae nicht völlige Reciprocität erfolgte, ist hier leider anzumerken. - Mit dem Immunserum von Phellodendron japonicum ergaben sich wegen des niederen Titers (1 : 1600) keine positiven Reaktionen.

Negativ reagierten die Tropaeolaceae ausserdem noch nach den Arbeiten meiner Vorgänger mit den Cannabaceae (Cannabis sativa (108)).

Während die Geraniaceae noch mit den Sterculiaceae positive Reaktion eingiengen, blieben die Tropaeolaceae von Sterculia aus schon reaktionslos.

Dem entsprechend stehen die Tropaeolaceae auf dem Euphorbiaceae - Oxalidaceae-Zweig oberhalb der Geraniaceae.

Eine Verwandtschaft mit den Balsaminaceae ist nach den Versuchen nur entfernter, über die Buxaceae, vorhanden.

27. Linaceae. - Von Linum usitatissimum erhielt ich ein Immuntier mit dem Serum-Titer 1 : 3200. Da das Tier sehr klein und schwach war, bekam ich nur sehr wenig Serum. Es konnten dem entsprechend nur wenige Versuche angestellt werden.

Stark positiv waren die Geraniaceae (Geranium sibiricum), Oxalidaceae (Oxalis stricta) und Tropaeolaceae (Tropaeolum majus).

Schwächer reagierten die Buxaceae (Buxus sempervirens), Euphorbiaceae (Mercurialis annua), Erythroxylaceae (Erythroxylon Coca), Rutaceae (Phellodendron japonicum) und Zygophyllaceae (Zygophyllum Fabago).

Vollständig negatov waren die Balsaminaceae (Impatiens noli-tangere), Gentianaceae (Gentiana lutea) und Magnoliaceae (Illicium anisatum).

Von anderen Zentren her erhielt ich stark positive Reaktionen nur von den Tropaeolaceae zu den Linaceae. Schwächere von den Buxaceae, Celastraceae und Rhamnaceae. - Nicht erreicht wurden die Linaceae von den Ausgangspunkten der Aceraceae, Balsaminaceae, Rutaceae und Sterculiaceae.

Nach den Arbeiten meiner Vorgänger reagierten die Linaceae negativ ferner mit den Immun-Sera der Betulaceae (Corylus Avellana (109)), Cannabaceae (Cannabis sativa (110)), Bixaceae (Bixa Orellana (111)),Capparidaceae (Cleome Candelabrum (112)), Caricaceae (Carica Papaya (113)), Caryophyllaceae (Silene gallica (114)), Juglandaceae (Juglans regia (115)), Loasaceae (Blumenbachia Hieronymi (116)), Moringaceae (Moringa pterygosperma (117)), Resedaceae (Reseda odorata (118)).

Da die Linaceae weder von den Aceraceae noch von den Sterculiaceae ausgehend erreicht wurden, was bei den bisher behandelten Geraniales der Fall war, scheint es sich hier um einen Seitenzweig mit eigener Entwickelungs-Richtung zu handeln. Dies zeigt auch die Reaktion zu den Rutaceae. - Eine Ableitung der Rutaceae von den Linaceae über die Zygophyllaceae würde aucg der Ansicht WETTSTEIN's nicht widersprechen. Ich setzs daher die Linaceae als Seitenzweig an den Geraniales-Ast.

28. Erythroxylaceae. - Von dieser Familie waren nur ganz wenige Samen von Erythroxylon Coca vorhanden, die durch wenige Reaktionen aufgebraucht waren. Weitere Untersuchungen werden daher hier noch nötig sein.

Zu den Erythroxylaceae erhielt ich eine schwache positive Reaktion vom Ausgangspunkt der Celastraceae und gleichfalls mit dem schwachen Linaceae-Serum. Negativ reagierten sie mit den Balsaminaceae und mit dem sehr schwachen Serum der Rutaceae. Da sie in derLiteratur allgemein in die Nähe der Linaceae gestellt werden (dem entspricht ihre Reaktion), setze ich sie wegen des negativen Ergebnisses mit den Rutaceae vorläufig als Nebenzweig an die Linaceae an, bis ihre genauere Stellung durch weitere Versuche eruiert ist.

29. Malpighiaceae. - Die Stellung der Malpighiaceae wird von NIEDENZU (119) in der Nähe der Erythroxylaceae angegeben. HYATA (120) betont ihre Verwandtschaft mit den Zygophyllaceae. Durch die eigentümliche Seitwärtsdrehung der Samenanlagen sollen sie einigen Sapindaceae ähneln (119).

Mir standen nur ganz wenige Samen von Hiptage zur Verfügung; mit diesen erhielt ich positive Reaktionen nur mit dem überstarken Rhamnaceen- und mit dem sehr schwachen Rutaceen-Serum. Weitere Reaktionen konnten nicht gemacht werden. Der Platz der Malpighiaceae ist demnach in der Nähe der Rutaceae und nichts spricht dagegen, dass sie tatsächlich auf dem Linaceae-Zweig unterzubringen sind.

30. Zygophyllaceae. - Diese Familie, von der ein Immuntier nicht gewonnen werden konnte, ergab nur eine Positivität mit den Linaceae. Die Reaktionen von den Rutaceae (sehr schwaches Serum!) aus blieb negativ.

Ebenso waren nach den Arbeiten meiner Vorgänger negativ die Moringaceae

(Moringa pterygosperma (131)), Caricaceae (Carica Papaya (122)). Loasaceae (Blumenbachia Hieronymi (123)).

Nach WETTSTEIN (124) sollen die Zygophyllaceae eher zu den Rutaceae als zu den Linaceae gehören. ENGLER (125) stellt sie ebenfalls in die Nähe der Rutaceae. Da sie aber mit dem allerdings sehr schwachen Immunserum von Phellodendron nicht reagierten, ist nächste Verwandtschaft mit den Linaceae wahrscheinlich.

31. Rutaceae. - Von dieser Familie standen mir nur Samen von Phellodendron japonicum in genügender Menge zur Verfügung. Ich sah mich daher gezwungen, damit eine Immunisierung zu versuchen, obgleich die Tiere die Injektionen schlecht vertrugen. Das erhaltene Immunserum zeigte deshalb auch nur den niedrigen Titer 1 : 1600 und wurde durch eine Notschlachtung gewonnen.

Dem entsprechend ist die Zahl der positiven Resultate auch nur minimal: positiv reagierten allein die Linaceae und Malpighiaceae.

Die folgenden negativen Reaktionen sind teilweise unter Berücksichtigung des niederen Serum-Titers zu würdigen: Anacardiaceae (Anacardium occidentale), Aquifoliaceae )Ilex Aquifolium), Balsaminaceae (Impatiens noli-tangere), Berberidaceae (Berberis vulgaris), Bombaceae (Adansonia digitata), Borraginaceae (Lappula Myosotis), Caprifoliaceae (Lonicera coerulea), Caricaceae (Carica Papaya), Caryophyllaceae (Melandryum album), Celastraceae (Evonymus europaea), Cistaceae (Helianthemum vulgare), Cneoraceae (Cneorum tricoccum), Coriariaceae (Coriaria myrtifolia), Convolvulaceae (Ipomoea purpurea), Cornaceae (Cornus mas) Cucurbitaceae (Cucurbita Pepo), Cruciferae (Brassica nigra), Empetraceae (Empetrum nigrum), Erythroxylaceae (Erythroxylon Coca), Euphorbiaceae (Mercurialis annua, Croton Tiglium, Euphorbia pilosa), Gentianaceae (Gentiana lutea), Geraniaceae (Geranium sibiricum), Ginkgoaceae (Ginkgo biloba), Guttiferae (Hypericum ascyron), Hippocastanaceae (Aesculus Hippocastanum), Malvaceae (Malva neglecta, Althaea officinalis), Magnoliaceae (Illicium anisatum), Ochnaceae (Ochna leucophloeos), Oxalidaceae (Oxalis stricta), Phytolaccaceae (Phytolacca americana), Polygalaceae (Polygala oleifera), Ranunculaceae (Ranunculus acer), Rhamnaceae (Frangula Alnus, Rhamnus cathartica, Zizyphus vulgaris), Rosaceae (Rosa gallica, Potentilla argentea), Sapindaceae (Paullinia Cupana), Simarubaceae (Ailanthus glandulosa), Staphyleaceae (Staphylea pinnata), Sterculiaceae (Sterculia platanifolia), Tiliaceae (Tilia ulmifolia), Tropaeolaceae (Tropaeolum majus), Vitaceae (Vitis vinifera), Zygophyllaceae (Zygophyllum Fabago).

Von anderen Ausgangspunkten aus erreicht wurden die Rutaceae durch die teilweise höchstwertigen Sera der Celastraceae (Evonymus europaea), Linaceae (Linum usitatissimum), Rhamnaceae (Frangula Alnus) und Tropaeolaceae (Tropaeolum majus)

Nicht erreicht wurden sie ausgehend von den Aceraceae (Acer platanoides), Balsaminaceae (Impatiens noli-tangere), Cannabaceae (Cannabis sativa (126)), Caricaceae (Carica Papaya (127)), Juglandaceae (Juglans regia (128)), Loasaceae (Blumenbachia Hieronymi (129)), Moringaceae (Moringe pterygosperma (130)) und Sterculiaceae.

Demnach wären die Rutaceae am Ende des Linaceae-Zweiges anzubringen; doch sind die Ergebnisse, die diesen Zweig betreffen, noch nicht ganz sicher, was teils an der geringen Quantität der mir zur Verfügung stehenden Samen, teils an der zu schwachen Immunität des von mir erzielten Rutaceen-Serums liegt.

32. Cneoraceae. - Die Stellung der Cneoraceae konnte gleichfalls nicht befriedigend geklärt werden, da das Samenmaterial nur zu wenigen Versuchen ausreichte.

Positiv reagierten sie nur mit den höchstwertigen Rhamnaceae- und Celastraceae-Seren, gehören also bestimmt zu dem grossen Verwandtschaftskreis des Columniferen-Astes. Ob der ihnen von ENGLER (131) bei den Rutaceae zugewiesene Platz richtig ist, konnte nicht festgestellt werden. Sie reagierten negativ mit dem allerdings sehr schwachen Serum der Rutaceae, mit dem gleichfalls sehr schwachen Serum der Linaceae und gleichfalls negativ mit den Aceraceae.

Ich stelle die Cneoraceae deshalb nur provisorisch und mit allem Vorbehalt

als Seitenzweig in die Nähe der Rutaceae.

Ausser den behandelten Familien werden noch eine grosse Anzahl anderer als nahe oder entfernte Verwandte des von uns als Columniferen-Ast bezeichneten Formenkreises von verschiedenen Autoren angegeben.

So bezeichnet WETTSTEIN (132) die Convolvulaceae als Abkömmlinge der Columniferae oder Gruinales. Die Beziehungen der Convolvulaceae zu den Tubiflorae sollen auf Konvergenz beruhen.

Zu den Convolvulaceae erhielt ich von Phellodendron japonicum aus keine positive Reaktion, was allerdings bei dem niederen Titer des Rutaceen-Serums nicht viel besagen will. - Aber eine Verwandtschaft mit den Geraniales oder Columniferae besteht nicht, da die Convolvulaceae bereits ihren gesicherten Platz im System auch durch Serum-Reaktionen erhalten haben. Ich verweise hier auf die im nächsten Heft des „Botanischen Archivs" erscheinende Arbeit von ALEXNAT über die Verwandtschaftsverhältnisse der Sympetalen.

Ferner schliesst WETTSTEIN (133) die Ligustrales an die Celastrales, und zwar direkt an die Salvadoraceae, an. Ich versuchte zwar von verschiedenen Stellen aus mit den Oleaceae zu reagieren, erhielt aber nur ein einziges verwertbares Resultat, nämlich eine negative Reaktion mit dem sehr hochwertigen Immunserum von Frangula Alnus. - Die Stellung der Oleaceae ist aber ebenfalls , und zwar nicht im Sinne WETTSTEINs, durch die Arbeit von ALEXNAT inzwischen geklärt.

HALLIER (134) leitet die Rhamnales von den Rosaceae ab. Da die Rosaceae aber mit den Ranunculaceae reagieren (135), also an ganz entfernter Stelle des Systems ihren Platz haben, ist eine Verwandtschaft der Rhamnales mit den Rosales ausgeschlossen. Wie oben erwähnt, habbe ich mit dem hochwertigen Rhamnaceen-Serum auch keine positive Reaktion zu den Rosales erhalten.

Ferner stellt HALLIER (136) die Violaceae zu den Polygalineae und damit auf unsern System-Ast. Durch die Untersuchungen von PREUSS (137) haben die Violaceae aber ihren Platz bei den Parietales gesichert erhalten, können demnach für die Verwandtschaft mit den Polygalaceae garnicht infrage kommen.

Ebenso haben die Leguminosae, von HALLIER (138) zu den Aesculinae gerechnet, ihre Stellung fern von den Sapindales bei den Rosaceae durch die Sero-Diagnostik (139) gesichert erhalten.

Die Amentales und Urticales, welche HALLIER (140) mit den Aceraceae von den Terebintaceae ableitet, sind, wie MALLIGSON (141) nachgewiesen hat, ebenfalls nicht mit den Sapindales verwandt, sondern gehören zum Centrospermen-Ast.

## Zusammenfassung.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über den Columniferen-Ast der Dicotylen stelle ich in dem Seite 98 gegebenen Schema zusammen. Die Familien, welche als Immunisations-Zentren gedient haben, sind mit +, die nur im Anschluss erreichten mit o bezeichnet.

## Literatur - Verweise.

(1) KIRSTEIN, Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Gymnospermae (Diss. Königsberg 1918). - (2) MALLIGSON, in Botan. Archiv, herausgeg, von MEZ I (1922) p. 7. - (3) WETTSTEIN, Handb. Syst. Bot. 2. Aufl. (1911) p. 538. - (4) MEZ und PREUSS in COHN's Beitr. XII, p, 347. - (5) PREUSS, Sero-Diagnostische Untersuchungen innerhalb der Pflanzengruppe der Parietales, Diss. Königsberg 1917, p. 478. - (6) MALLIGSON, l.c. p. 13, 16. - (7) WETTSTEIN, l.c. p. 603. - (8) GOHLKE, Die Brauchbarkeit der Serum-Diagnostik für den Nachweis zweifelhafter Verwandtschaftsverhältnisse im Pflanzenreich, Diss.Königsberg 1914. - (9) MEZ und PREUSS, l.c. p. 347. - (10) Uhlenhut und WEIDANZ, Praktische Anleitung zur Ausführung des bibbog. Eiweissdifferenzie-

Anordnung der Familien des Columniferen-Astes der Dicotylen nach ihren Serum-Reaktionen.

rungsverf. (1909) p. 207. - (11) MALLIGSON, l.c. p. 5. - (12) BENTHAM-HOOKER, Genera plantarum I (1867) V. - (13) BENTHAM-HOOKER, l.c. p. IX. -(14). ENGLER-GILG, Syllabus p. 227 ff. - (15) WETTSTEIN, l.c. p. 603. - (16) EICHLER, Blütendiagramme II (1878) p. 385. - (17) EICHLER, l.c. p. 288. - (18) EICHLER, l.c. p. 385. - (19) Vergl. EICHLER, l.c. p. 263. - (20) BENTHAM-HOOKER, l.c. p. IX. - (21) GOHLKE, l.c. p. 96. - (22) MALLIGSON, l.c. p. 7. - (23) MALLIGSON, l.c. p. 8. - (24) ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfam. Nachtr. II - IV. p. 367. - (25) SCHUMANN in ENGLER-PRANTL. l.c. III.4., p. 3. - (26) WETTSTEIN, l.c. p. 865. - (27) PREUSS, l.c. p. 487. - (28) SCHUMANN in ENGLER-PRANTL, l.c. III.6. p. 33. - (29) GOHLKE l.c. p. 169. - (30) GOHLKE l.c. p. 163. - (31) GOHLKE l.c. p. 150. - (32) PREUSS l.c.p. 480. - (33) PREUSS, l.c. p. 483. - (34) MALLIGSON, l.c. p. 15. - (35) GOHLKE, l.c. p. 150. - (36) GOHLKE, l.c. p. 162. - (37) PREUSS, l.c. p. 484 (38) MALLIGSON, l.c. p. 10. - (39) MALLIGSON, l.c. p. 16. - (40) MALLIGSON, l.c. p. 8. - (41) MALLIGSON, l.c. p. 12. - (42) HYATA , The natural Classification of plants according to the Dynamik System, in Ic. Pl. Formos. X (1921) p. 97 - 233. - (43) SCHUMANN, Sterculiaceae in ENGLER-PRANTL III.6. p. 73. - (44) WETTSTEIN, l.c. p. 603. - (45) HALLIER, L'origine et le systeme phylétique des Angiospermes à l'aide de leur arbre généalogique, p. 72. - (46) PREUSS, l.c. p. 483, - (47) PREUSS, l.c. p. 484. - (48) PREUSS, l.c. p. 486. - (49) MALLIGSON, l.c. p. 6. - (50) MALLIGSON, l.c. p. 10. - (51) MALLIGSON, l.c. p. 16. - (52) PAX, Buxaceae in ENGLER-PRANTL III.5. p. 388. - (53) MALLIGSON, l.c. p. 15. - (54) MALLIGSON, l.c. p. 10. - (55) PAX, l.c. - (56) LANGE, Sero-diagnostische Untersuchungen innerhalb der Pflanzengruppe der Ranales, Diss. Königsberg 1914, p. 55. - GOHLKE, l.c. p. 163. - (58) PREUSS, l.c. p. 480. - (59) GOHLKE, l.c. p. 149. - (60) PREUSS l.c. p. 486. - (61) PREUSS,l.c. p. 483. - (62) LANGE, l.c. p. 57. - (63) GOHLKE, l.c.p. 106. - (64) WETTSTEIN,l.c. p. 612. - (65) RADLKOFER, Sapindaceae in ENGLER'PRANTL, III.5. p. 298. - (66) ENGLER, Rutaceae in ENGLER-PRANTL III.4. p. 782. - (67) WETTSTEIN, l.c. p. 626. - (68) WETTSTEIN, l.c. p. 628. - (69) HYATA, l.c. p. 197. - (70) HALLIER, l.c. p. 73. - (71) CHODAT in ENGLER-PRANTL III. 4. p. 329. - (72) WETTSTEIN, l.c. p. 612. - (73) WARBURG und REICHE in ENGLER-PRANTL III.5. p. 388. -(74) PAX in ENGLER-PRANTL III.5. p. 388. - (75) GILG in ENGLER-PRANTL III.5. p. 439.- (76) GOHLKE l.c. p. 169. - (77) GOHLKE, l.c. p. 162. - (78) GHHLKE, l.c. p. 149. - (79) GOHLKE, l.c. p. 65. - (80) MALLIGSON, l. c. p. 15. - (81) Kronfeld in ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfam. III.5. p. 185. - (82) HYATA, l.c. p. 199. - (83) PREUSS, l.c. p. 484. - (84) PREUSS l.c. p. 486.- (85) PREUSS, l.c. p. 483. - (86) PREUSS, l.c. p. 479. - (87) GILG in ENGLER-PRANTL III.5. p. 439. - (88) HYATA, l.c. p. 207. - (89) GOHLKE, l.c. p. 162. - (90) GOHLKE,l.c. p. 150. - (91) GOHLKE, l.c. p. 66. - (92) WETTSTEIN, l.c. p. 699. - (93) HYATA, l.c. p. 209. - (94) MALLIGSON, l.c. p. 15. - (95) MALLIGSON, l.c. p. 11. - (96) MALLIGSON, l.c. p. 7. - (97) ENGLER, Erläuterungen p. 369.- (98) REICHE, in ENGLER-PRANTL III.4. p. 7. - (99) GOHLKE, l.c. p. 161. - (100) LANGE, l.c. p. 57. - (101) LANGE, l.c. p. 85. - (102) GOHLKE, l.c. p. 161. - (103) PREUSS,l.c. p. 480. - (103) PREUSS, l.c. p. 484, - (104) PREUSS, l.c. p. 486. - (105). PREUSS,l.c. p. 486. - (106) PREUSS, l.c. p. 483. - (107) PREUSS, l.c. p. 479. - (108) GOHLKE, l.c. p. 162. - (109) GOHLKE ,l.c. p. 169; MALLIGSON l.c. p. 15. - (110) PREUSS, l.c. p. 485. - (111) GOHLKE, l.c. p. 162. - (112) PREUSS,l.c. p. 480. - (113) PREUSS,l.c. p. 485. - (114) MALLIGSON, l.c. p. 9.- (115) GOHLKE, l.c. p. 149 und MALLIGSON,l.c. p. 13. - (116) PREUSS, l.c. p. 486. (117) PREUSS,l.c. p. 483.- (118) PREUSS, l.c. p. 479. - (119) NIEDENZU in ENGLER PRANTL III.4. p. 52. - (120) HYATA, l.c. p. 197. - (121) PREUSS, l.c. p. 483.- (122) PREUSS, l.c. p. 484). - (123) PREUSS, l.c. p. 486. - (124) ENGLER in ENGLER-PRANTL III.4. p. 78. - (125) WETTSTEIN, l.c. p. 621. - (126) GOHLKE, l.c. p. 162.- (127) PREUSS, l.c. p. 483. - (128) GOHLKE, l.c. p. 149. - (129) PREUSS, l.c. p. 486. - (130) PREUSS, l.c.p. 483. - (131) ENGLER in ENGLER-PRANTL III.4. p. 108. - (132) WETTSTEIN, l.c. p. 713. - (133) WETTSTEIN, l.c. p. 755. - (134) HALLIER, l.c. p. 69. - (135) LANGE l.c. p. 79. - (136) HALLIER, l.c. p. 75. - (137) PREUSS, l.c. p. 495. -(138) HALLIER, l.c. p. 69. - (139) GOHLKE, l.c. p. 175. - (140) HALLIER, l.c. p. 68. - (141) MALLIGSON, l.c. p. 13, 16.

# 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: 1

Autor(en)/Author(s): Hoeffgen Franz

Artikel/Article: Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb des Columniferen-Astes der Dicotylen 81-99