

## Über die Beziehungen zwischen Pflanzen- chemie und Systematik.<sup>1)</sup>

Von

**L. Rosenthaler**

Straßburg i. E.

Die Systematik der Pflanzen hat während ihrer durch mehrere Jahrhunderte sich hinziehenden Entwicklung ihre Aufgabe in sehr verschiedener Weise aufgefaßt und ausgeübt. Von der lediglich gefühlsmäßigen Anordnung an, welche die Väter der Botanik einhielten, über die Systeme des 17. und 18. Jahrhunderts hinweg, die nur ein Merkmal der Pflanzen zur Einteilung verwenden wollten, ist man zu der durch nichts mehr zu erschütternden Erkenntnis gelangt, daß zur Beurteilung der Frage, welche Stellung eine Pflanze im natürlichen Systeme einzunehmen habe, alle ihre Eigenschaften heranzuziehen seien, ihr Habitus ebensowohl als die Beschaffenheit der Blüte, die anatomische Struktur und die Entwicklungsgeschichte ebensogut als morphologische Eigentümlichkeiten ihrer vegetabilischen Teile. Nur eine Eigenschaft der Pflanzen wird man bei systematischen Erörterungen nie oder fast nie herangezogen finden: ihre chemische Zusammensetzung. Und doch läßt sich, von Historischem abgesehen, kein ausschlaggebender Grund für das geringe Maß von Beachtung angeben, welches die Systematiker pflanzenchemischen Tatsachen entgegenzubringen pflegen. Ein nicht Voreingenommener wäre wohl versucht anzunehmen, daß die chemische Zusammensetzung der Pflanzen ebensoviel systematische Dignität beanspruchen könne, als irgend eine andere ihrer für das System benutzten Eigenschaften. Und es ist nicht so ganz unwahrscheinlich, daß, wenn die Pflanzenchemie vor 200 Jahren einen hohen Stand der Entwicklung erreicht gehabt hätte, damals jemand auf den Gedanken gekommen wäre, ein System allein auf pflanzenchemische Tatsachen aufzubauen.

Allein, wenn auch ein solches System niemals aufgestellt worden ist, so hat man doch schon frühe Beziehungen zwischen den bota-

<sup>1)</sup> Nach einem auf der 78. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte gehaltenen Vortrage.

nischen Eigenschaften der Pflanzen und ihren durch die chemische Zusammensetzung bedingten medizinischen Wirkungen erkannt.

Die erste Ahnung eines derartigen Zusammenhangs liegt bereits der Signaturenlehre des Paracelsus u. A. zugrunde. Deutlicher findet man diesen Gedanken von mehreren noch dem 17. Jahrhundert angehörenden Botanikern ausgesprochen, so von Zumbach in der Vorrede zu Paul Hermanns *Flora Lugduno-Batavae* (1690), von Rudolph Jacob Camerarius in der Schrift: *De convenientia plantarum in fructificatione et viribus* (1699) und von dem Engländer James Petiver in der ebenfalls 1699 (in den *Philosophical Transactions*) erschienenen Abhandlung: *Some attempts to prove that herbs of the same make or class have generally the like virtues*. In denselben Gedankengängen bewegte sich eine Schrift,<sup>2)</sup> die Friedrich Hoffmann 1725 veröffentlichte, und 26 Jahre später faßte Linné seine Ansichten über die Beziehungen zwischen Wirkung und systematischer Stellung der Pflanzen sehr präzise in folgenden Sätzen seiner „*Philosophia botanica*“ zusammen:

*Plantae, quae Genere conveniunt, etiam virtute conveniunt; quae Ordine Naturali continentur etiam virtute propius accedunt; quaeque Classe naturali congruunt etiam viribus quodammodo congruunt.*

Nach Linné hat sich noch ein anderer großer Botaniker eingehend mit diesen Fragen beschäftigt: A. P. de Candolle, der im Jahre 1804 seine „*Essais sur les propriétés médicales des plantes*“ darüber veröffentlicht hat.

De Candolle und seine Vorgänger gingen bei ihren Betrachtungen immer von den medizinischen Wirkungen der Pflanzen aus. Es ist indes leicht einzusehen, daß damit eine sichere Grundlage nicht gewonnen war. Denn wenn auch häufig ähnlich zusammengesetzte Körper ähnliche Wirkungen hervorrufen, so kennen wir doch andererseits Fälle genug, in denen kleine Änderungen im Moleküle große Änderungen in der Wirkung zur Folge haben. Es sei nur an das bekannte Beispiel Cholin-Neurin erinnert. Fortschritte konnten deshalb nur erzielt werden, wenn man von der chemischen Zusammensetzung der Pflanzenstoffe ausging. Diese Erkenntnis spricht zuerst Rochleder in seiner *Phytochemie* (1854) aus. Seither ist der Gedanke eines Zusammenhangs zwischen der chemischen Zusammensetzung und der systematischen Stellung der Pflanzen nicht mehr gänzlich verschwunden. U. a. haben Greshoff und van Rijn sich damit befaßt. Doch hat man sich bisher stets damit begnügt, im allgemeinen seine Ansicht darüber zu äußern. Dagegen ist nie in zusammenhängender Weise gezeigt worden, welche Vorteile die Systematik aus den Ergebnissen der Pflanzenchemie ziehen kann. Will aber die Pflanzenchemie, daß sie bei den Systematikern Beachtung findet, so muß sie auch zeigen, daß sie wirklich der Systematik Hilfe zu bringen vermag.

<sup>2)</sup> *De methodo compendiosa plantarum vires et virtutes in medendo indagandi.* (In *Opuscula physico-medica*. Ulm 1725).

Frägt man sich, von welchen Pflanzenstoffen der Pflanzenchemiker bei derartigen Betrachtungen ausgehen soll, so läge es am nächsten, die Gesamt-Zusammensetzung der Pflanze dafür in Anspruch zu nehmen. Das ist indes schon deshalb unmöglich, weil wir die quantitative chemische Zusammensetzung noch von keiner einzigen Pflanze kennen, in dem Sinne, daß uns die Art und Menge sämtlicher chemischer Individuen bekannt wäre, aus denen sie in allen Phasen ihres Daseins besteht. Wir sind deshalb genötigt, einzelne Pflanzenstoffe in Betracht zu ziehen, und unter diesen unterscheidet man schon lange allgemein und nicht allgemein verbreitete Stoffe, trotzdem es fraglich sein mag, ob es, von Wasser und einigen Mineralsubstanzen abgesehen, wirklich allgemein verbreitete Pflanzenstoffe gibt, d. h. solche, die in keiner Pflanze von den Palmen bis zu den Bakterien hinunter fehlen. Dagegen gibt es ohne Zweifel Pflanzenstoffe von sehr weitgehender Verbreitung, z. B. Cellulose, Traubenzucker, Stärke, Chlorophyll u. dgl. m. Aber selbst diese weit verbreiteten Stoffe können ganzen Abteilungen des Pflanzenreichs fehlen: Die Stärke und das Chlorophyll z. B. bei den Pilzen, erstere auch fast völlig in den Samen der Sympetalen. So lassen sich schon in dieser Gruppe systematische Gesichtspunkte, wenn auch von geringer praktischer Bedeutung, geltend machen. Günstiger liegt die Sache bei den nicht allgemein verbreiteten Pflanzenstoffen wie bei denjenigen, die nur in einer einzigen Art vorkommen. Colchicin findet sich z. B. nur in *Colchicum autumnale*. Ermittelt also der Pflanzenchemiker in einer Pflanze Colchicin, so hat er sie damit als *Colchicum autumnale* bestimmt und selbst dann, wenn ihm alle diejenigen Pflanzenteile fehlen, die der Botaniker unbedingt zur Bestimmung braucht. Ähnliche Betrachtungen lassen sich für solche Stoffe anstellen, die, wie das Kokain nur für eine Gattung, wie das Atropin nur für eine Familie bekannt sind. Innerhalb der Familie kommt denjenigen Stoffen eine erhöhte systematische Bedeutung zu, die nur in bestimmten Unterabteilungen verbreitet sind. So findet sich das Cytisin innerhalb der Familie der *Papilionaceen* nur bei den *Genisteen* und den diesen nahestehenden *Podalyrieen*. Absolute Sicherheit kommt Schlüssen, wie den oben gezogenen, allerdings nur dann zu, wenn durchaus feststeht, daß die Verbreitung der genannten Körper sich nicht über die angegebene Begrenzung hinaus erstreckt. Je größer unsere pflanzenchemischen Kenntnisse sind, desto sicherer werden derartige Schlüsse werden.

In einer anderen Richtung erregen diejenigen Stoffe unser Interesse, die in mehreren Familien vorkommen. Es liegt hier nahe, den Satz aufzustellen: Pflanzenfamilien, in denen dieselben oder nahe verwandte organische Stoffe von nicht allgemeiner Verbreitung vorkommen, sind miteinander verwandt. Doch will ich nicht so weit gehen, für diesen Satz allgemeine Gültigkeit zu beanspruchen, wenn er auch als Hauptstütze für die von Pflanzenchemikern auf systematischem Gebiete auszuführenden Untersuchungen zu gelten hat. Über den Grad der Verwandtschaft vermag dieser Satz nichts auszusagen. Hier haben die Befunde

der botanischen Forschung zu entscheiden. Sie wird aber nicht unterlassen dürfen, auch die pflanzenchemischen Verhältnisse zu berücksichtigen.

In welcher Weise die Pflanzenchemie bei derartigen systematischen Fragen eingreifen kann, sei zunächst für die Gattung *Hydrastis* gezeigt. Sie wird bekanntlich von der herrschenden Systematik in die Familie der *Ranunculaceen* gestellt, mit denen sie ohne Zweifel manche Eigenschaften gemeinsam hat. Es gibt indes einige nicht unwesentliche Punkte, in denen sich *Hydrastis* von der Hauptmasse der *Ranunculaceen* unterscheidet, dagegen mit den *Berberideen* übereinstimmt. Solche Punkte sind die trimere Blütenhülle, die Beerenfrucht und die relative Größe der Integumente (das äußere ist länger als das innere). Auch der Habitus von *Hydrastis* stimmt mit dem einiger *Berberideen*, z. B. *Podophyllum*-Arten, überein. Dazu kommt endlich die pflanzenchemische Tatsache: der Gehalt an dem für die *Berberideen* charakteristischen Berberin. Alles in allem steht die Gattung *Hydrastis* den *Berberideen* so nahe, daß man ihr am besten eine Stellung zwischen *Ranunculaceen* und *Berberideen* anweisen sollte. Und diese Anschauungen blieben, weil sie sich nicht auf den Berberingehalt der *Hydrastis* allein stützen, auch dann noch in Geltung, wenn in der einen oder anderen *Ranunculacee* Berberin nachgewiesen würde.

Das Berberin (eventuell nahe verwandte Stoffe) gehört überhaupt zu denjenigen Pflanzenstoffen, die in mehreren Pflanzenfamilien vorkommen; es findet sich z. B. bei den *Papaveraceen*, ein weiteres Anzeichen dafür, daß *Berberideen* und *Papaveraceen* miteinander verwandt sind, was auch von den Systematikern zugegeben wird. Nun sei in diesem Zusammenhang noch an die nahe Verwandtschaft des Hydrastins mit dem *Papaveraceen*-Alkaloid Narkotin erinnert.

Bekannte Beispiele für das Vorkommen eines Körpers in nahe verwandten Familien sind das des Inulins, das sich in *Kompositen* *Campanulaceen* und *Lobeliaceen* findet und das des Myrosins und ähnlicher Enzyme (eventuell auch schwefelhaltiger Glykoside) bei *Cruciferen*, *Capparidaceen* und *Resedaceen*.

Noch weitere Verbreitung als diese Substanzen besitzen Kautschuck und ähnliche Stoffe. Auch ihnen dürfte, wenigstens in einzelnen Fällen, systematische Bedeutung zukommen. So scheinen mir zwischen den zwei kautschuckführenden Familien der *Euphorbiaceen* und *Urticaceen* (letztere im weitesten Sinne genommen) verwandtschaftliche Beziehungen zu bestehen. In anatomischer Beziehung ist ihnen vor allem das Vorkommen ungegliederter Milchröhren gemeinsam, ferner die häufig eintretende Verschleimung der Blattepidermis, oberflächliche Korkbildung und (zumeist) einfache Gefäßdurchbrechung. Die Brennhaare der *Euphorbiaceen*-Gattung *Jatropha* stimmen in ihrem Bau mit denen der *Urtica*-Arten überein.

Und wenn auch nicht zu verkennen ist, daß der Blütenbau der typischen *Urticaceen* und der typischen *Euphorbiaceen* weitgehende Unterschiede aufweist, so gibt es doch Gattungen, die eine Übergangstellung zwischen beiden Familien einnehmen. Zu solchen

gehört die den *Euphorbiaceen* eingereihte Gruppe der *Antidesminen*, die kätzchenförmige Blütenstände mit meist apetalen Blüten besitzen. Der Fruchtknoten ist bei der Gattung *Antidesma* meist einfächrig, bei der nahestehenden Gattung *Hymenocardia* zweifächrig. Die Antheren der Pflanzen beider Gattungen sind in der Knospe einwärts gebogen, was bei *Moraceen* und *Urticaceen* (in engerem Sinne) vorkommt. Die Samenanlage von *Antidesma* hat, im Gegensatz zu den normalen *Euphorbiaceen*, keine Caruncula und schließlich finden wir die Fruchtform der Ulme bei *Hymenocardia ulmoides* wieder. Wenn man dies alles und das pflanzenchemische Moment dazu berücksichtigt, so scheint der Schluß nicht ungerechtfertigt, daß *Euphorbiaceen* und *Urticaceen* miteinander verwandt sind, wenn vielleicht auch nur in der Weise, daß sie sich von einem gemeinsamen Punkte aus nach verschiedenen Richtungen hin entwickelt haben. Diesem Punkte muß die Gruppe der *Antidesminen* nahegestanden haben.

Nicht dasselbe, wie für *Euphorbiaceen* und *Urticaceen*, wage ich für die Familien mit koffein- und theobrominhaltigen Pflanzen zu behaupten, da vielleicht gerade dem Vorkommen von Purinderivaten keine allzugroße Beweiskraft zugeschrieben werden mag und andererseits auch erhebliche botanische Differenzen vorhanden sind. Nach Angaben von Hallier indes stehen die *Aquifoliaceen* den *Ternströmiaceen* nahe und diese sollen wieder von den *Sterculiaceen* abstammen. Würde es gelingen, zwischen diesen Familien und den *Coffea*-Arten verwandtschaftliche Beziehungen nachzuweisen, so wäre damit die Abstammung einer Gruppe der Sympetalen von Choripetalen festgestellt. Es gibt indes noch andere Tatsachen, die auf derartiges hinweisen. Von pflanzenchemischen Momenten möchte ich dafür die Verbreitung der Saponine heranziehen. Saponine finden sich unter den Choripetalen besonders häufig bei den *Caryophyllaceen* und anderen Centrospermen. Von diesen und zwar speziell den *Silenoideen* scheint mir eine Brücke zu den centrospermen Sympetalen, den *Primulaceen* und *Myrsinaceen* hinüberzuführen, die gleichfalls in ausgesprochenem Maße Saponinpflanzen sind. Daneben seien zur Stütze dieser Hypothese noch folgende Tatsachen herangezogen, wenn sie auch nicht gerade von zwingender Beweiskraft sind: Bei manchen *Primulaceen*, z. B. bei der Gattung *Pelleteria*, kommen völlig choripetale Blüten vor. Die centrospermen Sympetalen nehmen dadurch innerhalb der Sympetalen eine isolierte Stellung ein, daß sie die einzigen dieser Abteilung sind, deren Samenanlagen zwei Integumente besitzen.

Noch eine andere pflanzenchemische Tatsache wäre geeignet, eine verwandtschaftliche Beziehung zwischen choripetalen und sympetalen Familien zu unterstützen, wenn sie nicht so sehr isoliert wäre: das von de Sanctis behauptete Vorkommen von Coniin in *Sambucus nigra*. Es weist auf eine Verwandtschaft der *Umbellifloren* mit den *Rubiäen* hin, für die auch botanische Merkmale sprechen. So zeigen die *Cornaceen* nach K. Schumann<sup>1)</sup> „oft eine weiter-

<sup>1)</sup> Engler-Prantl's Natürliche Pflanzenfamilien. Rubiaceae. p. 13

gehende Übereinstimmung in den Blütenmerkmalen mit den *Rubiaceen*. Sehr auffallend ist in den Tribus der *Psychotrieae* und *Paederieae* die Ähnlichkeit der Fruchtbildung mit derjenigen der *Umbelliferae*. Nach demselben Autor stehen aber die *Caprifoliaceen*, zu denen ja *Sambucus* gehört, den *Rubiaceen* so nahe, „daß man dem Gedanken Baillons, beide Familien in eine zu verschmelzen, keine erheblichen Einwendungen entgegenstellen kann“.

Mit dem Gesagten glaube ich eine genügende Anzahl von Beispielen gegeben zu haben, einerseits um den Zusammenhang zwischen Pflanzenchemie und Systematik zu zeigen, und andererseits die Richtung anzudeuten, nach welcher derartige vergleichende Untersuchungen zu führen sind.

Ich möchte aber nicht unerwähnt lassen, daß sich gegen eine Heranziehung pflanzenchemischer Befunde zur Entscheidung systematischer Streitfragen gewichtige Einwände erheben lassen. Als einen der wichtigsten die Tatsache, daß sehr nahe verwandte Pflanzen oft nicht dieselben Stoffe enthalten. So gibt es *Aconit*-Arten, die kein Aconitin oder ein verwandtes Alkaloid enthalten, es gibt koffeinfreie *Coffea*-Arten und *Strychnos*-Arten, die weder Strychnin noch Brucin besitzen. Vom Schierling wird sogar behauptet, daß er in Schottland regelmäßig frei von Coniin sei.

Wenn derartige Ausnahmen völlig willkürlich auftreten würden, dann könnte man denjenigen nicht Unrecht geben, die der pflanzenchemischen Methode keine Existenzberechtigung zuerkennen wollen. Deswegen muß es eine der Aufgaben der Pflanzenchemie und der ihr nahestehenden Physiologie sein, eine Erklärung dieser Anomalien zu versuchen. Und wenn in solchen Dingen auch die Beobachtung und das Experiment das letzte Wort zu sprechen haben so möchte ich doch auf einige Erklärungsmöglichkeiten hinweisen.

Wir wissen, daß äußere Einflüsse, wie Bodenbeschaffenheit und Klima, den Chemismus der Pflanze weitgehend zu beeinflussen vermögen.

Da außerdem die Pflanze manche Stoffe als Schutzmittel gegen pflanzliche oder tierische Feinde produziert, die Feinde einer Pflanze aber nicht immer ihre geographische Verbreitung besitzen müssen, so ist es denkbar, daß Schutzstoffe, die in irgend einem geographischen Bezirk nötig sind, in einem anderen, in dem die entsprechenden tierischen Feinde fehlen, entbehrt werden können und deshalb nicht produziert werden. Damit wäre vielleicht das Fehlen von Coniin im schottischen Schierling zu erklären, damit auch die Tatsache, daß der Digitalingehalt der in den Gärten kultivierten *Digitalis* geringer ist, als bei der wildwachsenden. Damit steht es wohl auch im Zusammenhang, daß die koffeinfreien *Coffea*-Arten auf Madagaskar und benachbarten Inseln lokalisiert sind, also in einem isolierten Bezirk, dessen Flora und Fauna auch außerdem mannigfache Eigentümlichkeiten aufweisen.

Dazu kommt, daß mancher der anscheinend fehlenden Körper in kleiner Menge vielleicht doch vorhanden ist, sodaß der Unterschied nur ein quantitativer wird, oder daß er nur vorübergehend auftreten mag und was dergleichen mehr ist.

Schließlich aber haben wir keine Veranlassung, den Arten in pflanzenchemischer Beziehung eine größere Konstanz zuzuschreiben, als in morphologischer. Wir dürfen also von vornherein annehmen, daß die Arten, auch ohne äußere Abweichungen zu zeigen, in pflanzenchemischer Hinsicht variieren können, sei es, daß Variationen oder Mutationen auftreten. Die pflanzenchemischen Varietäten werden je nach den Umständen erhalten bleiben (Beisp.: bittere Mandeln) oder durch Kreuzung mit der ursprünglichen Art oder auf andere Weise wieder verschwinden können; kurz, es muß auch auf pflanzenchemischem Gebiete der ganze Komplex von Gesichtspunkten zur Anwendung gebracht werden, der in der Systematik sich so fruchtbar erwiesen hat.

Die experimentelle Inangriffnahme der angedeuteten Probleme muß an sich zahlreiche Ergebnisse bringen und mit ihrer Hilfe wird es gleichzeitig möglich sein, auch noch andere Fragen zu entscheiden. Es wäre z. B. zu untersuchen, ob die chemische Zusammensetzung der Pflanzen mit ihren morphologischen und anatomischen Eigenschaften in der Weise parallel geht, daß die Pflanzenstoffe der höheren Pflanzen auch die höheren und komplizierteren sind, ob also auch auf pflanzenchemischem Gebiete eine Entwicklung nach oben stattgefunden hat. Diese Frage wird in erster Linie die Eiweißchemie zu beantworten haben. Sie wird ermitteln müssen, ob das Eiweiß niederer Pflanzen, etwa das von *Athalam septicum* weniger kompliziert gebaut ist als beispielsweise das einer Komposite oder eines Leguminosensamens, sei es, daß das Molekül kleiner ist oder daß kompliziertere Gruppen in ihm vorhanden sind. Die Entscheidung darüber dürfte wohl bereits mit den heutigen Hilfsmitteln der Chemie zu fällen sein. Einstweilen darf aber wohl darauf hingewiesen werden, daß in der Tat in den höheren Pflanzen Stoffe vorkommen, die den niederen fehlen und es ist wohl kein Zufall, daß es sich dabei um Stoffe handelt, von denen man mit Pictet annehmen darf, daß sie in nahen Beziehungen zum Eiweiß stehen, nämlich Alkaloide mit ringförmigen und besonders mit kondensierten Kernen.

Mit diesen Problemen im Zusammenhang wäre endlich die Frage zu erörtern, ob Häckels sog. biogenetisches Grundgesetz: „Die Ontogenie ist eine Wiederholung der Phylogenie“ auch auf pflanzenchemischem Gebiete Daseinsberechtigung besitzt.

Sollen alle diese Fragen mit Sicherheit entschieden werden, dann müssen wir über eine weit größere Menge pflanzenchemischer Tatsachen verfügen, als heute. Wir müssen die Konstitution der wichtigsten Pflanzenstoffe kennen und die quantitative Zusammensetzung möglichst vieler Pflanzen aus allen Familien des Pflanzenreichs. Dann erst wird es möglich sein, von großen Gesichtspunkten aus an die Ordnung des ungeheuren Materiales heranzugehen und dann erst wird die Pflanzenchemie aufhören, lediglich aus einer unübersehbaren Fülle von Tatsachen zu bestehen. Dann wird auch die Systematik ständig die Resultate der Pflanzenchemie beachten müssen und letztere selbst wird in strengem Anschluß an die Systematik eine vergleichende Wissenschaft geworden sein.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [BH\\_21\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Rosenthaler L.

Artikel/Article: [Über die Beziehungen zwischen Pflanzenchemie und Systematik 304-310](#)