©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Systematische Botanik — damals und heute

Festvortrag

zum 175jährigen Jubiläum der Regensburger Botanischen Gesellschaft

und zum

75jährigen Jubiläum der Bayerischen Botanischen Gesellschaft

von **H. Merxmüller,** München

Meine Damen und Herren!

Jubiläen feiern verleitet allemal zu einem Rückblick, mag er sentimental gefärbt sein („wie schön waren doch die alten Zeiten") oder überheblich („wie herrlich weit haben wir es heute gebracht"). Während wir im täglichen Leben gerne und oft der ersten Betrachtungsweise huldigen, hält man es im wissenschaftlichen Bereich vorzugsweise mit der zweiten. Freilich sollte man sich auch hier gelegentlich Rechenschaft darüber ablegen, wie weitreichend und wie allgemein der so bereitwillig konzedierte oder auch nur gemutmaßte Fortschritt ist, welche Ziele erreicht, welche Kapitel abgeschlossen sind. Ich darf daher meinem Vortrag ein Zitat voranstellen, das wir David Heinrich Hoppe, einem Gründungsmitglied unserer Regensburger Botanischen Gesellschaft verdanken, der in dem von ihm herausgegebenen „Botanischen Taschenbuch auf das Jahr 1791" schrieb: „Richtige und genaue Bestimmung bekannter und unbekannter Pflanzen ist der Hauptzweck des Botanisten. Ihm kommt es zu, Gattungen, Arten und Abarten zu bestimmen, und charakteristische Kennzeichen und Namen festzusetzen. Hat man erst eine wahre Kenntniß irgend einer Pflanze, so ist eine Entdeckung ihrer giftigen und heilsamen Eigenschaften, ihres ökonomischen oder medicinischen Nutzens umso leichter . . . Entdeckung der Kräfte einer Pflanze hat freilich der Botanist am ersten Gelegenheit zu machen, er siehet die Pflanze an ihrem natürlichen Standorte, er prüfet alsobald ihren Geschmack, ihren Geruch . . . Ist nun der Botanist zugleich Arzt, so . . stehet es in seiner Macht, die nötigen Versuche darüber anzustellen; ist er zugleich Apotheker . . ., so ist er Chemist, und die Chemie leistet unendlich viel bei der Untersuchung der Pflanzen."

Ich scheue fast etwas davor zurück, Ihnen im folgenden darzustellen, daß ich heute, 175 Jahre später, den „Hauptzweck des Botanisten", also die Aufgabe der Systematik, kaum anders sehe — denn allzu nahe liegt die (von manchen Biologen heute liebevoll gezogene) Schlußfolgerung, die botanische Systematik sei demnach, wenn überhaupt eine, so jedenfalls eine recht antiquierte Wissenschaft. Wir werden sehen.

Wenn wir es recht erfassen, so läuft Hoppes Forderung nach einer wahren Kenntnis aller Pflanzen zunächst einmal auf eine Erfassung der Formenfülle hinaus — und es ist teils erschreckend, teils aber auch amüsant zu sehen, wie oft dieses Ziel in der Folgezeit als erreicht betrachtet und erneut wieder angestrebt wurde. Carl von Linné hatte 1753 eine erste allgemein bekanntgewordene Übersicht des Pflanzenreiches gegeben und durch die Einführung der binomialen Nomenklatur eine leichte Verständigungsmöglichkeit über diese Sippen wie auch eine Bereinigung zahlloser Verwechslungen geschaffen; sein Hauptwerk zeichnet dabei 7700 Pflanzenarten auf. Ein doppelter Impuls ging von diesem Werke aus: für die großen Forschungsreisenden zur Erkundung der Flora fernabgelegener Weltteile, deren Pflanzenwelt Linné erst in kleinen Bruchstücken bekannt geworden war; für die europäischen Botaniker zur Identifizierung ihrer lokalen Flora mit den Linnéschen Sippen, zur Auffindung und Erkenntnis neuer Arten und schließlich zur Erstellung eigener lokaler und regionaler Florenwerke. Diese beiden Forschungsrichtungen lassen sich gerade um 1790 an zwei Beispielen treffend illustrieren. Carl Pehr Thunberg beginnt 1794 mit der Herausgabe seines „Prodromus Florae Capensis", jenes Werkes, das die ersten zusammenhängenden Einblicke in die faszinierende Pflanzenwelt Südafrikas ermöglichte — und fünf Jahre vorher hat Franz von Paula von Schrank, der erste Direktor unseres hiesigen Institutes, seine „Baierische Flora" vollendet und damit unmittelbar auf jene interessierten Ärzte- und Apothekerkreise Regensburgs eingewirkt, die sich im

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

darauffolgenden Jahr zu der ältesten botanischen Gesellschaft der Welt zusammenschlossen, die in den kommenden Jahrzehnten unter CARL FRIEDRICH PHILIPP VON MARTIUS, unserem zweiten Ahnherrn, weltweites Ansehen gewann.

Und nun begann es allerorts zu strömen, jede neue Publikation berichtete über Hunderte von Neuentdeckungen, aus dem Bereich der Blütenpflanzen zunächst, bald aber auch in immer steigendem Maße aus den verschiedenen Gruppen der Kryptogamen. So glaubte man schon fünfzig Jahre später soweit einen Überblick über die Gesamtflora unserer Welt gewonnen zu haben, daß die beiden DE CANDOLLES in ihrem „Prodromus regni vegetabilis" mit der Darstellung von über 40000 Blütenpflanzen, fünfmal mehr als bei LINNÉ, einen gewissen Abschluß erzielt zu haben schienen. In den folgenden Jahrzehnten, stimuliert wohl auch durch die immer intensivere koloniale Erschließung, verdoppelte sich jedoch die Zahl der bekannten Arten erneut, so daß ADOLF ENGLER zur Zeit der Gründung unserer Bayerischen Botanischen Gesellschaft — wieder in der Überzeugung, nun müßte des Segens bald ein Ende sein — für seine leider nie vollendete monographische Darstellung des Pflanzenreichs bereits mit annähernd 80000 Arten von Blütenpflanzen rechnete. Daß auch dies alles andere als einen nahen Abschluß bedeutete, zeigt ein Blick auf die seither erschienenen Nachträge zum „Index Kewensis", in dem seit 60 Jahren gleichbleibend alle fünf Jahre etwa 10000 neue Arten aufgeführt werden, oder auch ein neuer Bericht LÉONARDS, wonach zwischen 1950 und 1960 allein aus Afrika südlich der Sahara jährlich 570 Sippen, d. h. also jeden zweiten Tag drei Blütenpflanzen neu beschrieben wurden. Dabei dürften diese jährlich oder fünfjährlich seit langem gleichbleibenden Zahlen weit eher die unveränderte Durchschnittszahl der damit beschäftigten Forscher reflektieren als ein Gleichmaß des in Wirklichkeit sich ungleich stärker vermehrenden neuen Pflanzenmaterials. Es kann daher nicht verwundern, wenn die neuesten amerikanischen Schätzungen mit etwa 300000 Arten von Blütenpflanzen rechnen, von denen noch kaum die Hälfte beschrieben ist, und mit etwa der gleichen Zahl von Kryptogamen, die noch nicht einmal zu einem Viertel bekannt geworden sind.

So ist es wohl kaum vermessen, einen Zeitraum von zwei weiteren Jahrhunderten zu postulieren, bis die Systematiker wirklich in der Lage sein werden, ein auch nur einigermaßen vollständiges Inventar unserer Pflanzenwelt zu erstellen — vorausgesetzt, daß sich weiterhin die gleichbleibende Zahl von Forschern intensiv diesem Ziel widmen wollte. Ich neige nicht dazu, diesen wohl nur den Fachmann begeisternden Forschungsbereich der Systematik überzubewerten; aber ich wende mich entschieden gegen die Modeansicht, diese Erfassung des gesamten Pflanzenreichs sei eine untergeordnete, nur halbverstaubten Museumsbeamten angemessene Tätigkeit. Wer glaubt, es käme nicht darauf an, zu den bis heute bekannten Gräsern oder Schlauchpilzen noch einige hundert oder tausend neue zu entdecken, der mag sich vergegenwärtigen, in welchem Ausmaß die Menschheit in den letzten Jahrzehnten etwa durch die Einkreuzung neuer Wildgetreidesippen ihre Anbaumöglichkeiten erweitern, durch die aus vielfach neugefundenen Pilzen gewonnenen Antibiotika Krankheiten bekämpfen konnte. Allerdings ist dieser Forschungszweig der Systematik heute mehr und mehr das Reservat der großen Museen geworden — nicht weil er, wie manche anmaßende Außenstehende meinen, nicht mehr „hochschulwürdig" sei, sondern weil nur an jenen Forschungsstätten noch die nötigen Arbeitsbedingungen, Herbarien und Bibliotheken geboten werden können. An den Hochschulen aber versteht man unter systematischer Botanik seit nunmehr gut 75 Jahren „das System".

Es ist für einen nicht allzu philosophischen Kopf, wie den meinen, immer etwas erstaunlich geblieben, welche Faszination seit jeher von diesem Begriff „System" ausging, der ja schließlich unserem Fach sogar seinen Namen gegeben hat. Nehmen wir 1790, das Geburtsjahr unserer Regensburger Botanischen Gesellschaft — und wir finden die Bücher voll von Streitigkeiten über Berechtigung, Richtigkeit, Wert, über philosophischen Hintergrund und praktische Verwendbarkeit der mehr oder minder „künstlichen" Systeme JOHN RAYS, LINNÉS, TOURNEFORTS und all ihrer Epigonen; gehen wir genau 100 Jahre weiter, ins Geburtsjahr unserer Bayerischen Botanischen Gesellschaft — dann betrifft das gleiche Kampfgetös die sogenannten „natürlichen" Systeme ENDLICHERS, BENTHAMS, ENGLERS und wenig später die „phylogenetischen" BESSEYS und WETTSTEINS. Und noch einmal 75 Jahre später gab es auf dem Internationalen Botaniker-Kongreß in Edinburgh wohl kaum erbittertere Kämpfe als die zwischen den Anhängern eben solcher phyletischer Systeme und den Parteigängern eines neuen „numerischen" Systemstils. Gerade die Erbitterung, mit der hier seit zwei Jahrhunderten gefochten wird, legt den Verdacht nahe, daß hier vielfach der realwissenschaftliche Bereich überschritten wird.

Man sollte meines Ermessens stets im Auge behalten, worin primär Sinn und Zweck einer Systematisierung liegen*). Der Mensch bewohnt eine Welt von verschiedenartigen lebenden und toten Dingen; er muß sie klassifizieren und mit Namen belegen, um die Kenntnisse über sie am richtigen,

*) Die folgenden Zeilen nach RAVEN & MERTENS, Plant Systematics, BSCS Pamphlets 23, Boston 1965.

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

wieder auffindbaren Ort stapeln zu können. Klassifikation beruht dabei immer auf einer Gruppierung ähnlicher Objekte — und die Art und Weise, in der die Menschen die verschiedenen Gruppen ordnen, hängt von ihrem speziellen Interesse ab. So besitzen etwa die argentinischen Gauchos mehr als 200 Spezialausdrücke für die Farben, mittels deren sie ihre Pferde klassifizieren, wogegen sie das gesamte Pflanzenreich in vier Gruppen („*pasto*" = Futter, „*paja*" = Streu, „*cardo*" = Bauholzlieferanten und „*yuyos*" = andere Pflanzen) unterbringen. Umgekehrt gibt es zweifellos Leute, die eine ungleich höhere Zahl von Pflanzentypen zu unterscheiden, dafür aber Pferde mit Mühe und Not in Rappen, Schimmel und Füchse zu gliedern vermögen — dazu gehöre zum Beispiel ich. Systeme brauchen demnach keineswegs a priori richtig oder falsch zu sein, sondern nur geeignet für den einen Zweck und ungeeignet für den anderen.

Umgekehrt beeinflußt aber ein einmal gewähltes System entscheidend, wie wir weiterhin die klassifizierten Dinge betrachten. So wird jedem botanischen Anfänger unerklärlich bleiben, warum etwa im Bereich der Doldenblütler der Gattungsbegriff so eng ist, die hier als Gattungen bezeichneten Pflanzengruppen ohne peinlichste Untersuchung kaum voneinander unterscheidbar sind —während andererseits in der einen Gattung *Euphorbia* kaktusähnliche Pflanzen, Dornbüsche, Ackerunkräuter und Weihnachtssterne vereinigt sind, die jedes Schulkind übersichtlicher gruppieren würde. Der Unterschied liegt keineswegs in der Lehrbuchbehauptung, daß bei den Wolfsmilcharten eben die gesamte florale Region „so unglaublich einheitlich sei" — sie ist hier de facto bedeutend uneinheitlicher als bei vielen Doldenblütlern. Der Grund ist vielmehr im historischen Bereich zu finden (nach WALTERS). Die Doldenblütler wie Fenchel, Dill und Liebstöckl, Petersilie, Karotte und Sellerie waren seit uralten Zeiten wegen ihrer sehr verschiedenartigen ätherischen Öle als Würz-, Arznei- und Gemüsepflanzen im Gebrauch und wurden daher längst vor LINNÉ schon klar und deutlich begrifflich unterschieden; LINNÉ übernahm sie als Gattung und damit war der Gattungsbegriff im Bereich der Doldenblütler fixiert. Umgekehrt waren die gesamten Wolfsmilcharten insgemein nur durch ihren wirklich weitgehend uniformen, medizinisch genützten Milchsaft bekannt, ohne daß man irgend eine andere Unterscheidung getroffen hätte. Hier genügte eben dieser Milchsaft und eine im Normalrahmen des Linnéschen Systems ähnliche Blütenstruktur, um auch die unähnlichsten Objekte in dieser einen Gattung *Euphorbia* zusammenzufassen — und kein auch noch so guter Aufteilungsversuch in späterer Zeit fand den geringsten Widerhall.

Jedes System, sagten wir schon, ist auf der Gruppierung von Ähnlichem gegründet — und es bedeutete etwas Ungeheuerliches, in jedem Sinn dieses Wortes, als im 19. Jahrhundert die Abstammungslehre diesen Ähnlichkeiten im organismischen Bereich eine kausale Deutung gab. Lebewesen sind einander ähnlich, weil sie von gemeinsamen Vorfahren abstammen, weil sie also gleichsam blutsverwandt sind. Die nächste Folgerung lag nahe, allzu nahe: Sie sind sich umso ähnlicher, je näher sie miteinander verwandt sind. Die Faszination, die von dieser neuen Erkenntnis ausging, ist nun erheblich leichter zu verstehen. Es galt also nicht mehr, die Natur nach subjektiven Prinzipien zu ordnen, so wie man Autos nach Farben, Motoren oder Unfallhäufigkeit klassifiziert, sondern objektiv die natürliche Verwandschaft zu ergründen. Die Stammbaumidee, schärfer vielleicht: das Stammbaumideal, war geboren.

Um im folgenden recht verstanden zu werden, darf ich vorausschicken, daß an der Richtigkeit dieser Idee, an der Fruchtbarkeit der entsprechenden Bemühungen und an der überragenden wissenschaftlichen Bedeutung dieses Problems nicht der geringste Zweifel angebracht ist. Es wird bis in ferne Zeiten eines der Hauptziele der Systematik bleiben, die naturgegebene Evolution des Pflanzenreiches durch Kategorisierung nachzuzeichnen. Es bleibt nur die Frage, wie nahe wir diesem Ziel schon gekommen sind.

Um das Unbehagen zu verstehen, das diese Frage vielfach auslöst, ist folgendes zu bedenken: Zunächst einmal bringt dieses neue Ziel, dieses objektive Streben nur eine neue philosophische Grundlage, jedoch keine neue Methode mit sich. Wir haben auch weiterhin nach Ähnlichkeiten zu suchen; nur wird der gefundene Grad von Ähnlichkeit anders, sinnvoller, interpretiert. Auch hier steht zunächst der morphologische Befund, zwar heute vielfältig verfeinert, im Vordergrund; weitreichende Erfolge wurden durch die Hinzunahme neuer Merkmalskomplexe, etwa chemischer, anatomischer, cytologischer, erzielt — jedoch ist keiner dieser Charaktere nicht auch in einem allgemeinen Ordnungssystem am Platz, keiner spezifisch phylogenetisch, selbst wenn seine Einführung primär phylogenetischen Gedankengängen zu verdanken sein mag. Dies gilt selbst für die immun-serologischen Methoden, die zu Zeiten immer wieder Aufsehen erregen; auch Eiweißähnlichkeit vermag keine stärkeren, sondern nur eben gleich belangvolle Verwandtschaftsindizien zu liefern wie z. B. die morphologischen Homologien. Und das gleiche wird wohl für Ähnlichkeit der DNS, der genetischen Substanz also, gelten, jedenfalls in dem Rahmen, in dem sie uns in absehbarer Zeit zugänglich sein wird.

Ein weiteres Problem liegt in der leider allzu oft vernachlässigten Tatsache, daß wir es im Hinblick

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

auf die heute lebenden systematischen Einheiten stets nur mit Vetter-Cousinen-Verwandtschaften, nicht mit Vater-Sohn-Verhältnissen zu tun haben. Die Frage, ob der heutige Pflaumenbaum von dem heutigen Apfelbaum abzuleiten ist, ist ungefähr ebenso sinnvoll wie die, ob CHARLES DE GAULLE von ADENAUER abstammt oder umgekehrt. Beweiskräftige Aussagen können wir hier nur von der — allerdings wieder mit den gleichen Methoden arbeitenden — Paläobotanik erwarten, die auch wirklich eine Reihe von Fossilien, etwa aus dem Bereich der Nacktfarne und der frühen Nadelhölzer liefern konnte, die unsere Kenntnisse über die Merkmalsevolution innerhalb bestimmter Gruppen des Pflanzenreichs entscheidend fördern. Insgesamt aber sind die botanischen Fossilfunde ungleich spärlicher und ihre Fragmente infolge der anderen Gestaltverhältnisse viel weniger aussagekräftig als die zoologischen; so vermochten sie etwa in die noch so völlig ungeklärten Fragen der Herkunft der Moose oder der Angiospermen keinerlei Licht zu bringen und, fast erstaunlicherweise, erst recht nicht zur Frage der Verwandschaftsverhältnisse innerhalb der Blütenpflanzen beizusteuern.

All den verschiedenen Ansätzen zur Schaffung eines „richtigen" Systems ist aber eines gemeinsam: daß sie auf noch absolut unzureichender Kenntnis fußen. Dies gilt für die botanischen Fossilien ebenso wie für unsere rezente Pflanzenwelt, für die morphologischen und anatomischen Merkmale ebenso wie für die chemischen, cytologischen und genetischen und gilt nach dem eingangs Gesagten ja sogar auch für unsere Artenkenntnis insgesamt. So glaubt man heute gerne über den alten LINNÉ und sein durchaus „künstliches", nur auf den wenigen Merkmalen der Staubblatt- und Griffelzahl beruhendes System spotten zu können, während tatsächlich alle unsere auch noch so „natürlichen" Systeme mutatis mutandis unter demselben Mangel leiden — zumindest wenn man die Gesamtheit der in Frage kommenden Merkmale berücksichtigt. So ist es kein Wunder, wenn in den letzten Jahrzehnten, in denen die Frage des richtigen Systems so vielen Botanikern als das einzige Ziel der Systematik erschien, bald jedjährlich Dutzende von Systemvorschlägen zur Diskussion gestellt wurden, eines jeweils durchaus verschieden vom anderen, jedes nur auf einer Auswahl von dem Autor besonders wichtig erscheinenden Merkmalen begründet, viele von Verfassern mit einer durchaus unzureichenden Kenntnis des gesamten Pflanzenreichs sowohl als auch der gesamten Merkmalskategorien. Und so erklärt sich auch das Unbehagen, von dem ich vorher sprach.

Dabei hatte CARL VON LINNÉ in Wirklichkeit eine völlig richtige Entscheidung getroffen; bereits er war sich ja einer dem Lebendigen innewohnenden natürlichen Ordnung durchaus bewußt. Was er aber schaffen wollte, war ein Arbeitssystem, eine praktische Ordnung, aus der man Bekanntes leicht herausfinden und in die man Neues ebenso leicht einordnen konnte. Was wir heute dringend brauchen, ist ein modernes System, das primär durchaus den nämlichen Zwecken dient, ein möglichst stabiles Referenzsystem, an dem nicht dauernd herumgebastelt wird. Davon bleibt völlig unberührt, daß etwa für die Lehre aus didaktischen Gründen, für den Phylogenetiker zum Herausarbeiten der Entwicklungslinien, jeweils andere Anordnungen vorzuziehen sein mögen. Ein heutiges System kann nicht a priori das beste sein, sondern nur das beste für einen ganz bestimmten Zweck.

Für die große Mehrzahl der Systematiker aber eröffnet sich aus dieser Anschauung heraus eine geradezu unermeßliche Fülle noch zu leistender Forschungsarbeit, für die die Weichen überall bereits gestellt erscheinen. Erst wenn wir wirklich einmal nicht mehr nur manches über viele und vieles über manche Pflanzen wissen, sondern alles über alle, dann wollen wir diese ganzen Daten in einen Computer stecken und ein auf „overall similarity" gegründetes neues System herauspurzeln lassen (so wie es die numerischen Systematiker schon heute, wiederum viel zu voreilig, fordern)— und dann sollte es mit dem Teufel zugehen, wenn dieses System nicht ein wahrhaft natürliches würde, akzeptabel selbst für den Phylogenetiker.

Ich sprach davon, daß die Weichen für all diese dafür erforderlichen Forschungen bereits gestellt seien; lassen Sie mich nun noch einige Schlaglichter auf die Bereiche werfen, die in jüngerer und jüngster Zeit immer stärker an Interesse gewonnen haben.

Seit 1950 etwa werden bestimmte chemische Inhaltsstoffe der Pflanzen in immer steigendem Maße zur Charakterisierung bestimmter Verwandtschaftskreise und als wichtige Merkmale zur Beurteilung der Ähnlichkeit herangezogen. Zwar wird die Identifizierung komplizierterer Stoffe, die Frage ihrer Biogenese und damit auch das Urteil über ihre Signifikanz weithin Aufgabe der Chemiker bleiben; jedoch wurden in jüngster Zeit viele relativ einfache Methoden entwickelt, die auch dem Systematiker zugänglich sind.

Natürlich finden sich in den Pflanzen unzählige Inhaltsstoffe, die eng mit ihrem primären Stoffwechsel verknüpft und daher allgemein verbreitet sind; sie sind für unsere Zwecke belanglos. Gleiches gilt aber auch für die sekundären Inhaltsstoffe, die mit häufig vorkommenden Stoffwechselprodukten in engerem chemischem Zusammenhang stehen. So wird heute noch gerne als Argument gegen eine systematische Verwertbarkeit chemischer Merkmale, gegen eine „Chemotaxonomie" auf die bekannte Tatsache hingewiesen, daß das Coffein nicht nur in der Kaffeebohne, sondern auch im Reiherschnabel, der Stechpalme, in der jungen Teepflanze und bei vielen anderen, systematisch

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

weit voneinander getrennten Pflanzengruppen synthetisiert wird. Ein Blick auf die Strukturformel (Abb. 1) zeigt aber, daß hier nicht nur ein relativ einfach gebautes Harnsäurederivat vorliegt, sondern daß es sich dabei um ein nur geringfügig verändertes, nämlich mehrfach methyliertes Xanthin handelt, ein in allen möglichen Pflanzen gebildetes und weit verbreitetes Stoffwechselprodukt. Die systematische Streuung des Coffeins vermag daher keineswegs zu überraschen.

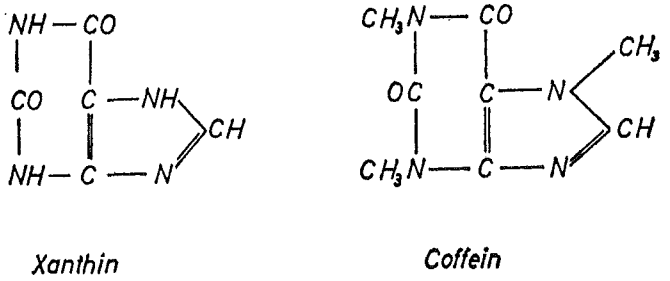

Abb. 1. Strukturformeln der Harnsäurederivate Xanthin und Coffein

Vielmehr zeigt uns dieser Fall, daß vor allem Substanzen berücksichtigt werden müssen, die nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit den verbreiteteren Stoffwechselprodukten stehen und möglichst komplizierte Strukturen aufweisen. Nur sie machen es wahrscheinlich, daß die zu ihrer Synthese erforderlichen Mutationsschritte in wirklich verwandten Formenkreisen, im Idealfall überhaupt nur ein einziges Mal im Lauf der Evolution zustandegekommen sind. Ein Musterbeispiel

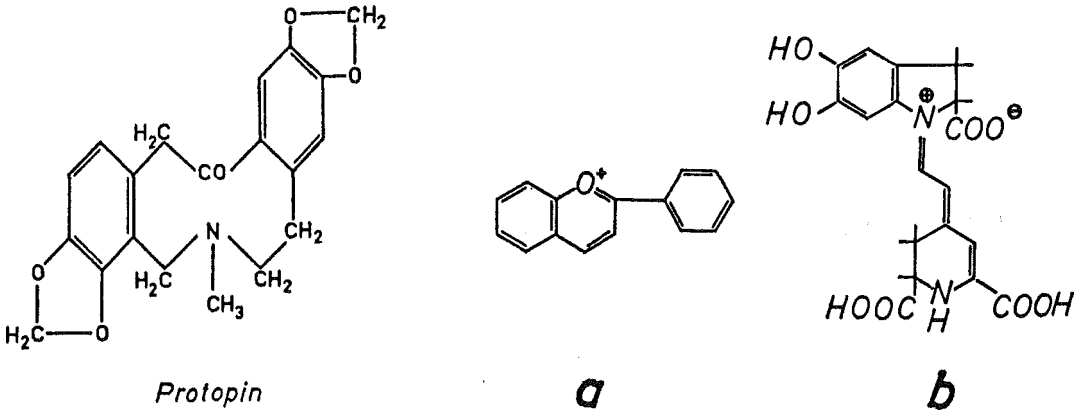

Abb. 2. Strukturformel des Alkaloids Protopin. Abb. 3. Chemisches Grundgerüst der a) Anthocyane und b) Betacyane

hierfür bietet etwa das Protopin (Abb. 2), das nicht nur einen äußerst charakteristischen Inhaltsstoff der gesamten Mohngewächse — und nur dieser — darstellt, sondern wegen seiner biosynthetischen Zusammenhänge mit den Berberinbasen auch ein überzeugendes Argument für die Verwandtschaft dieser Familie mit den Berberitzengewächsen — und nur diesen — liefert. Ebenso dürfte das völlige Fehlen dieser Stoffgruppe bei den Kreuzblütlern, Kapern- und Resedengewächsen und das dafür diesen drei Familien eigentümliche Vorkommen einer gänzlich anderen Stoffgruppe, nämlich der Isothiocyanate (also jener Stoffe, die den Rettich schmackhaft machen) für die Nicht-Verwandtschaft dieser beiden Familiengruppen sprechen, die in unseren Lehrbüchern immer noch fälschlich unter dem Sammelnamen „Rhoeadales" vereinigt werden.

Noch weit größere Bedeutung gewann eine Gruppe von roten Farbstoffen, die wir heute als Betacyane bezeichnen. Jeder Anfänger lernt bereits, daß die roten und blauen Blütenfarben ebenso wie die herbstliche Rotfärbung der Blätter größtenteils auf die Stoffgruppe der Anthocyane zurückzuführen ist, die die Eigentümlichkeit besitzen, saure Lösungen rot, alkalische blau zu färben. Jede Hausfrau kennt diesen Effekt beim Blaukraut, das sich in unserem kalkhaltigen Wasser blauviolett, eben als Blaukraut manifestiert, während es nach einer Essigbeigabe, also nach Ansäuerung, zum Rotkohl wird. Die gleiche Hausfrau aber weiß, daß sich eines unserer „rötesten" Nahrungsmittel, nämlich die Rote Rübe, keineswegs ebenso verhält, sondern durch keinerlei Zusatz in eine blaue

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Rübe zu verwandeln ist. Dieses abweichende Verhalten beruht darauf, daß der rote Farbstoff hier einer durchaus anderen Stoffgruppe, eben den erst seit wenigen Jahren näher untersuchten Betacyanen zugehört (Abb. 3), deren recht abweichender Syntheseweg zudem mit der Unfähigkeit zur Bildung von normalen Anthocyanen korreliert ist. Hier sind also mit Sicherheit alle Vorbedingungen für ein chemosystematisches Merkmal hohen Wertes gegeben — und es zeigte sich prompt, daß es nicht nur die ganze Familie der Chenopodiaceen charakterisiert, der die Rote Rübe zugehört, sondern auch die Fuchsschwänze unserer Gärten, dann die aus Südafrika stammenden Lebenden Steine unserer Sukkulentenliebhaber, die Kermesbeeren, mit denen die südfranzösischen Bauern einen farblich mißratenen Rotwein färben, die Portulakröschen und Wunderblumen, kurz alle die Familien, die wir in die große Ordnung der Centrospermen zusammenfassen — mit Ausnahme der bislang als die typischste Familie dieser Gruppe betrachteten Nelkengewächse, die also wohl gar nicht in diesen Verwandtschaftskreis gehören.

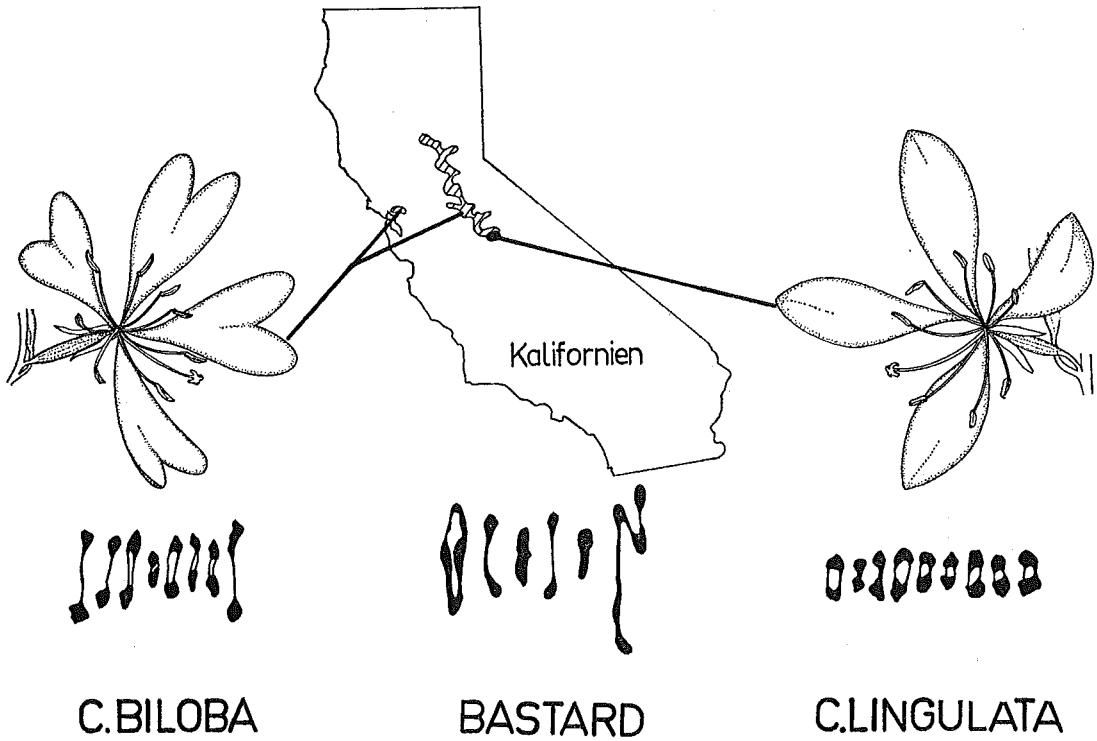

Abb. 4. Kronenform und Verbreitung zweier nahe verwandter *Clarkia*-Arten; Chromosomen bei der Reduktionsteilung (Erklärung im Text). Nach Lewis & Lewis 1955 und Lewis & Roberts 1956, umgezeichnet.

Nun wurde aber auch klar, daß die Kakteen, die trotz mancher embryologischer Ähnlichkeiten durch ihren abweichenden Blütenbau von den Centrospermen weit getrennt erscheinen, wegen der auch bei ihnen gefundenen Betacyane nicht länger aus dieser Verwandtschaft ausgeschlossen werden können — und die Gärtner hatten endlich eine Antwort auf die alte Frage, warum es ihnen trotz aller Bemühungen nie gelingen wollte und konnte, einen blaublütigen Kaktus zu züchten.

Das waren einige Streifzüge durch ein Gebiet, das in den kommenden Zeiten zweifellos immer größere Bedeutung in der systematischen Forschung gewinnen wird. Wenn ich nun noch im letzten Abschnitt auf die Cytogenetik eingehe, so nicht nur, weil dieses Gebiet derzeit in höchster Blüte steht und auch mir besonders naheliegt, sondern auch um einen Eindruck zu korrigieren, der vielleicht fälschlich durch meine Auslassungen über die Phylogenetik entstanden sein mag. Wenn ich darauf hinwies, daß es die Evolutionsforschung bei rezenten Pflanzen immer nur mit recht entfernten Verwandten zu tun hat, deren gemeinsame Vorfahren längst verschollen sind, so bezog sich das auf die höheren Kategorien des Pflanzenbereichs, an deren Verknüpfung der sogenannte „Großsystematiker" — ein scheußliches Wort — besonders interessiert ist. Dagegen hat das Studium der Evolution im Bereich der kleineren Einheiten, innerhalb der Gattungen und Arten in den beiden letzten Jahrzehnten geradezu unglaubliche Fortschritte gemacht und uns Einblicke in das Werden der Natur ermöglicht, die man noch kurz vorher als völlig undenkbar betrachtet hätte.

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Um das Folgende auch einem etwas breiteren Kreis verständlich zu machen, darf ich einige sehr vereinfachte Erläuterungen vorausschicken. Jede höhere Pflanze besitzt in ihren Körperzellen einen doppelten Chromosomensatz, so daß jedem Einzelchromosom ein zweites, praktisch identisches zugeordnet ist; die Zellen sind diploid. Kürzer oder länger vor der Keimzellenbildung wird der Satz halbiert — und das geschieht so, daß sich jeweils die beiden gleichartigen Chromosomen paarweise zusammenlegen, worauf bei der Teilung je einer der beiden Zwillinge in den beiden Tochterzellen aufgenommen wird. Diese Paarung der Chromosomen sorgt also für eine gleichmäßige, sinvolle Verteilung auf die nun nurmehr einen einfachen Satz enthaltenden, haploiden Tochterzellen. Sie ist aber nur dann möglich, wenn die beiden Chromosomen wirklich nahezu identisch sind, d. h. von gleichartigen Eltern stammen; ist die Pflanze ein Bastard aus verschiedenartigen Eltern, so findet keines der Chromosomen einen Zwilling, ihre Verteilung erfolgt unregelmäßig und die Keimzellen werden steril. Der entscheidende Punkt liegt aber darin, daß es zwischen diesen beiden Extremfällen alle möglichen Zwischenstufen gibt, die uns ein erstklassiges Kriterium für den Grad der Verwandtschaft liefern.

Lassen Sie mich dies an einem kleinen Beispiel vorführen (Abb. 4). Im mittleren Kalifornien finden sich zwei Arten von *Clarkia*, einer auch bei uns geschätzten Gartenpflanze, die sich scharf durch die Form ihrer Kronblätter unterscheiden; die eine besitzt in der diploiden Zelle 16, die andere 18 Chromosomen. Beide zeigen in ihrer reinen Nachkommenschaft völlig normale Chromosomenpaarung, ihre Bastarde dagegen starke Störungen. Die Veränderungen, die in der Erbmasse bei der Entstehung der zweiten Sippe eingetreten sind, führen also zur Kreuzungssterilität zwischen den beiden und erlauben es der neuen Sippe, sich rein fortzupflanzen; sie sichern ihre Konstanz. Da diese Veränderung neben der anderen Kronblattgestalt aber auch eine größere physiologische Eignung für das Leben im südlichsten Arealteil mit sich brachte, beginnt die neue Art die alte dort zu verdrängen; sie erobert sich nun auch ihr eigenes Areal.

Darüber hinaus aber erlaubt das Chromosomenbild des Bastards auch Rückschlüsse auf die Art dieser chromosomalen Änderung. Man erkennt, daß vier *biloba*-Chromosomen völlig unverändert geblieben sind (sie paaren regelmäßig), zwei weitere (einen Ring bildende) nur schwach verändert wurden, während die beiden letzten jeweils Chromosomenteile abgegeben und daraus das neue neunte *lingulata*-Chromosom gebildet haben (Fünferkette). Hier vermögen wir also die Änderungen, die zur Neubildung einer Art führen, buchstäblich zu rekonstruieren; hier können wir guten Gewissens behaupten, die Evolution eines kleinen Formenkreises geklärt — und verstanden zu haben.

Während wir hier ein Beispiel einer Abspaltung, von Mutationen, betrachtet haben, geht ein anderer Teil neu gebildeter Sippen auf Kreuzungsvorgänge zurück. Die von uns eben besprochene, auf der Nichtpaarung der Chromosomen beruhende Kreuzungsbarriere wird dabei meist durch eine sekundäre Verdopplung des ganzen Satzes überwunden, die begreiflicherweise dazu führt, daß jedes Einzelchromosom zweifach vorhanden ist und so wiederum einen Paarungspartner findet. Solche „polyploiden" Formen gewinnen damit vielfach ihre Fertilität wieder zurück und vermögen sich so in konstanter Form fortzupflanzen.

Ein schönes Beispiel liefern hierfür zwei Bocksbart-Arten (Abb. 5), von denen die eine, gelbblühende, auch bei uns verbreitet ist, während die andere, rosablütige, den Mittelmeerraum besiedelt, die also bei uns nur selten zusammentreffen. Beide haben sich jedoch in Nordamerika eingebürgert und wachsen dort vielfach Seite an Seite. Verständlicherweise treten hier auch oft recht hübsche, klein- und rosablütige Bastarde auf, bei denen jedoch bereits ein Blick auf ihren Fruchtstand lehrt, daß sie völlig steril sind, also jeweils ephemere Erscheinungen bleiben müssen. Aber an vier oder fünf Stellen dieses neubesiedelten Gebietes passierte das entscheidende Ereignis, zufallsmäßig und unabhängig, daß eine sekundäre Chromosomenverdopplung eintrat, die nunmehr polyploide Pflanze dadurch ihre Fertilität wiedergewann — und ihre prächtig blühenden und fruchtenden Nachkommen damit eine eigene Sippe gebildet haben, die in steter Ausbreitung begriffen ist. Auch hier können wir also die Entstehung einer neuen Art nicht nur in allen Einzelheiten kontrollieren, sondern wir können förmlich dabei zusehen — ja wir kennen die hier wirkenden Faktoren so genau, daß wir die Natur sogar nachzuahmen und solche neuen Sippen künstlich herzustellen vermögen. Wen Systematik nicht wenigstens in dieser Form begeistert, dem ist nicht mehr zu helfen.

Daß im übrigen solche Vorgänge nicht nur für den Systematiker, nicht nur für den Wissenschaftler allein von beachtlicher Bedeutung sein können, lehrt das parallele Beispiel der berühmten *Spartina townsendii*. Hier handelt es sich um ein aus der Kreuzung zwischen einer westeuropäischen und einer eingeschleppten nordamerikanischen Art entstandenes und polyploid gewordenes Küstengras, das infolge seiner extrem guten Anpassung und geradezu unglaublichen Vermehrungsfähigkeit einerseits für die Küstenbefestigung in Holland und Nordwestdeutschland große ökonomische Bedeutung erlangte — und umgekehrt in seinem exzessiven Wachstum im letzten Krieg das Hafengebiet von Southampton nahezu zu blockieren drohte.

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

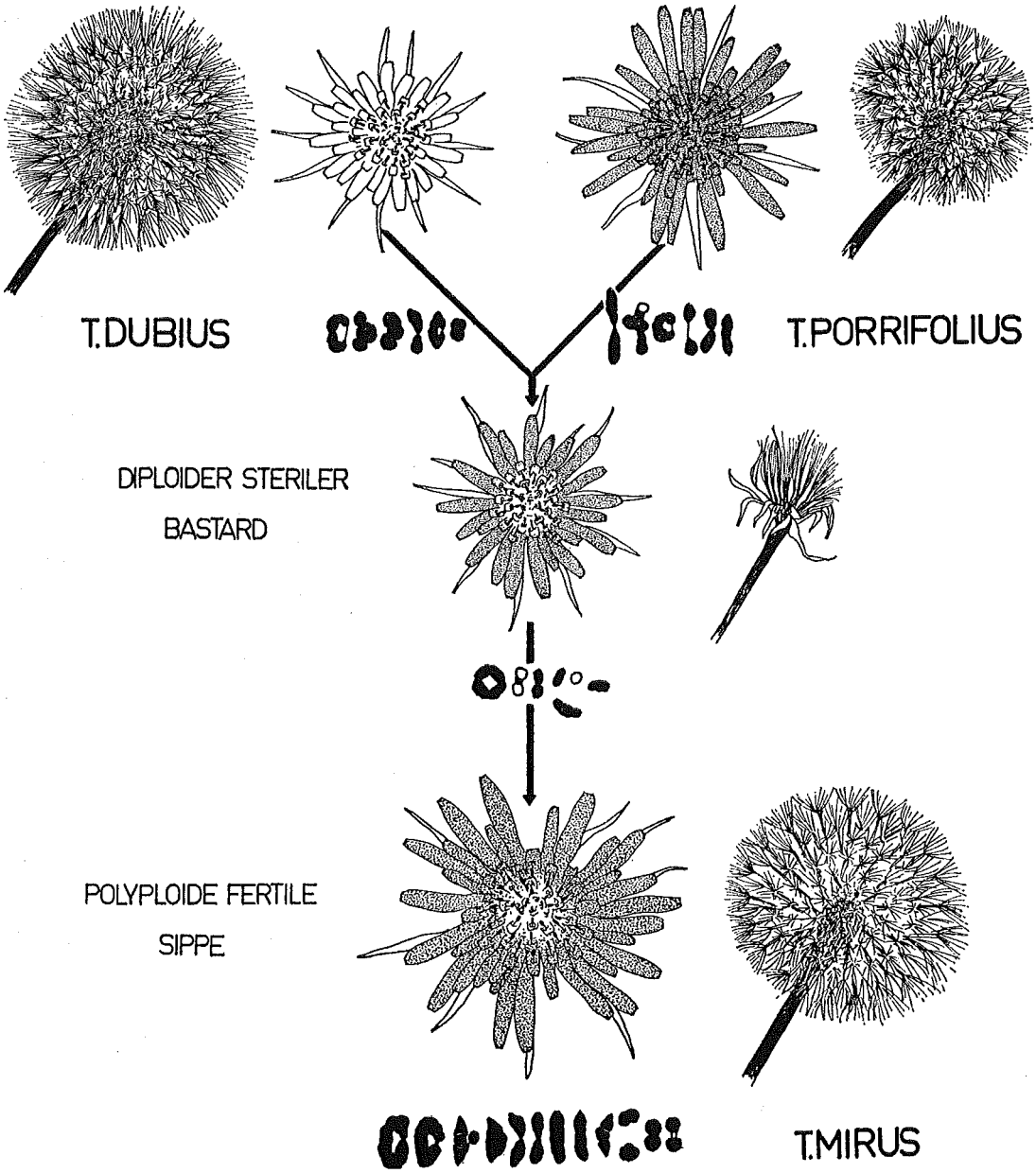

Abb. 5. Blüten- und Fruchtköpfchen zweier *Tragopogon*-Arten, ihres sterilen Bastards und einer daraus entstandenen polyploiden Sippe (Blütenfarbe rosa = punktiert, gelb = unpunktiert); Chromosomen bei der Reduktionsteilung. Nach Ownbey 1950, umgezeichnet.

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

In besonders eleganten Fällen greifen die beiden von mir hier näher betrachteten Forschungszweige der Systematik aufs präziseste ineinander und bestätigen dadurch ihre Methoden gegenseitig; dies mag noch kurz ein letztes Beispiel illustrieren (Abb. 6). Eine Gruppe von Streifenfarn-Sippen bildet, wiederum in Nordamerika, ein mit den üblichen systematischen Methoden nahezu unentwirrbares Knäuel verschiedenartigster Formen. Nach der cytogenetischen Analyse sind an diesem

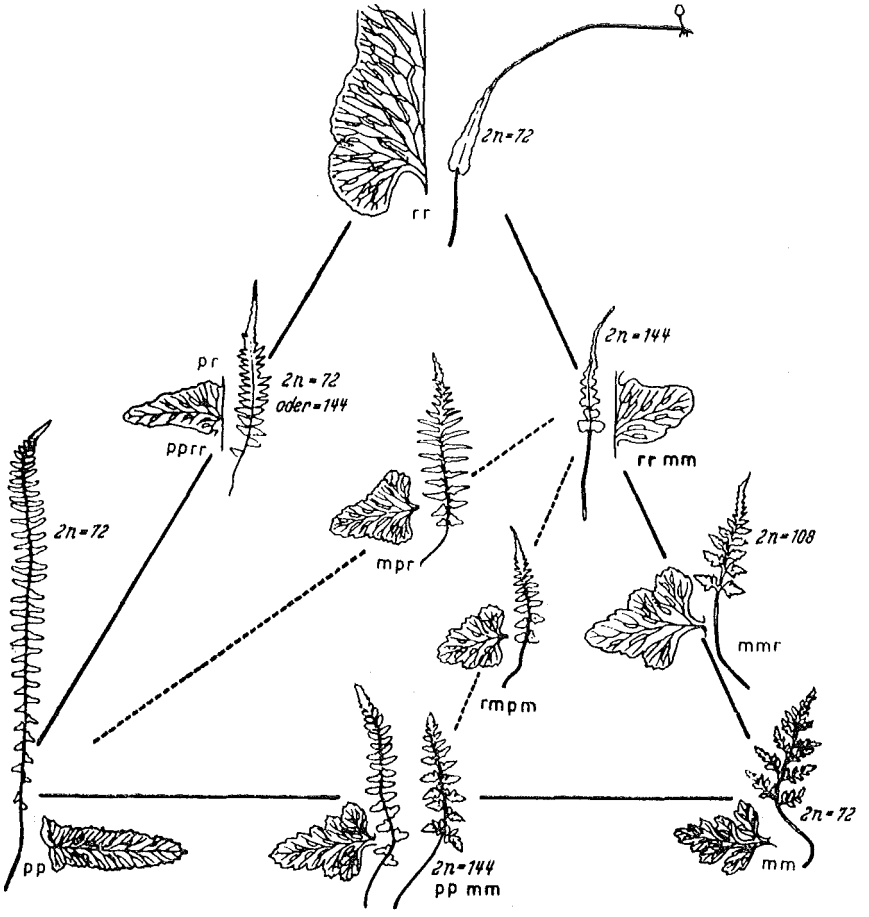

Abb. 6. Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb einer nordamerikanischen *Asplenium*-Gruppe. Ausgangsarten: *A. montanum* (diploider Chromosomensatz: mm), *A. platyneuron* (pp) und *A. rhizophyllum* (rr). Die Formen mit den Garnituren mmpp, pprr und rrmm stellen durch Genomverdopplung entstandene, fertile neue Sippen dar, die übrigen Zwischenformen sterile Bastarde. Nach WAGNER 1954, etwas umgezeichnet.

Durcheinander nur drei, allerdings morphologisch extrem verschiedene Ausgangsarten beteiligt, deren wechselweise Bastardierung und teilweise Polyploidisierung zu der unglaublichen Vielfalt führte. Wer dieses Ergebnis dem Cytotaxonomen nicht zu glauben vermochte, wurde bald darauf vom Chemosystematiker eines besseren belehrt (Abb. 7): Jeder Chromosomensatz behält in diesem Fall auch in den verschiedentlichsten Kreuzungen seine Fähigkeit bei, die Produktion ganz bestimmter und nur ihm eigentümlicher phenolischer Substanzen zu bewirken, die leicht chromatographisch darzustellen sind. Während sich mit der ersteren Methode nur lebende Pflanzen mit aller wünschenswerten Sicherheit verifizieren lassen, erlaubt nun die letztere die exakte Bestimmung selbst von Fragmenten uralten Herbarmaterials.

Meine Damen und Herren: ich konnte hier nur zwei Forschungsrichtungen der modernen Systematik streifen, die mir für diese Darstellung besonders am Herzen lagen. Sie werden diese weise Beschränkung zweifellos weniger bedauern als ich, dem es eine aufrichtige Freude bereitet hätte, Sie in ähnlicher Weise auch durch die modernen Jagdgründe der Anatomie und Entwicklungsgeschichte,

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

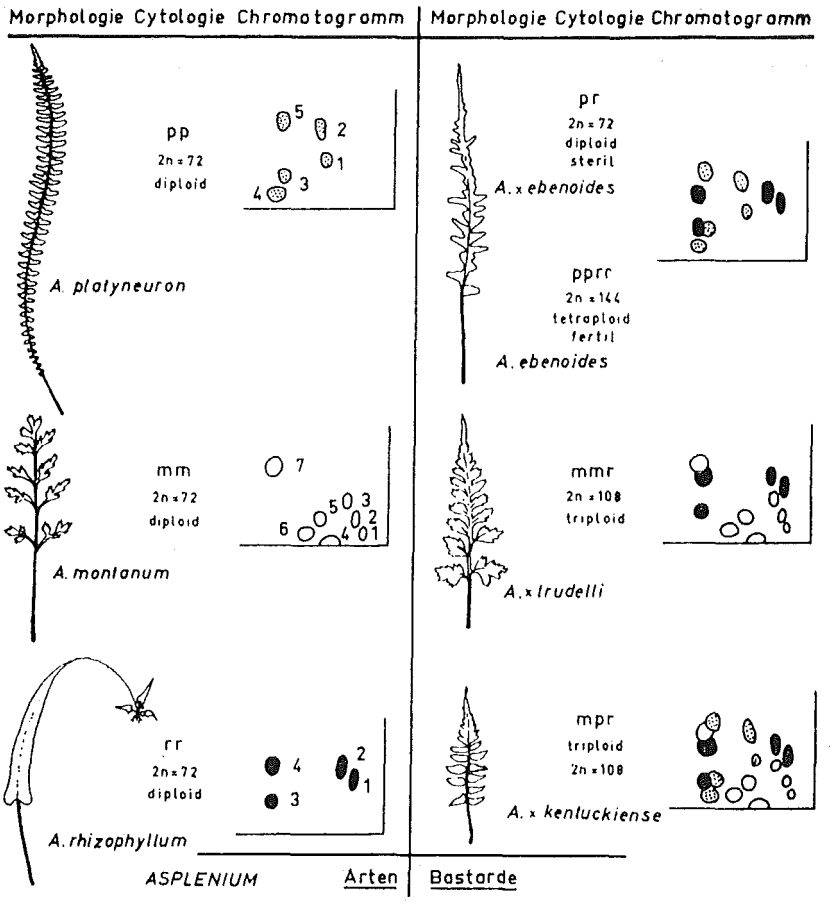

Abb. 7. Korrelation morphologischer, cytologischer und phytochemischer Merkmale bei einigen der in Abb. 6 dargestellten Asplenien (Erläuterung im Text). Nach SMITH & LEVIN 1963 in der Umzeichnung von MEYER 1964.

der Palynologie und Embryologie und nicht zuletzt auch der Ökologie und Populationsbiologie zu führen. Ich hoffe aber doch, Ihnen einen Eindruck davon vermittelt zu haben, daß es heute — immer noch oder wieder — ein Heidenspaß ist, Systematiker zu sein, daß es von Aufgaben und Fragestellungen förmlich wimmelt und daß wir gar nicht genug Mitarbeiter haben können, die sich mit solchen Studien befassen. Und so wendet sich der Ausklang dieses Festvortrages zwangsläufig an die Jugend, deren gerade auch ehrwürdig-alte Gesellschaften so dringend bedürfen. An sie hat sich ja auch unser alter und doch so moderner HOPPE gewandt, als er in dem eingangs erwähnten Taschenbuch an anderer Stelle schrieb: „O! seid ihr unwissenden bärtigen, oder unbärtigen Jünglinge noch des edlen Gefühls eines guten Menschen, der so heilsamen Scham fähig, nun denn wischt doch den Verdacht eurer Unwissenheit, den ihr in Botanick und Materia Medica so sichtbar zu eurer Verdammung an den Tag legt, durch bleibenden Fleiß recht angelegentlich weg. Gewiß ihr werdet euch denn in dem, euch so rühmlichen, und euch so sehr ehrenden Stande befinden, daß ihr nicht allein alle officinellen Gewächse unterscheiden und sie benennen könnt; sondern ihr werdet so gar auch eines unaussprechlichen Vergnügens euch theilhaftig machen, so die Bekanntschaft mit den Kindern der Natur, allen ihren Freunden namenlos gewährt. Nie kommt ihr denn in eurem ganzen Leben nur ein einziges mal in die demüthigende Verlegenheit, von der Willkühr feiler Weiber abzuhängen, und zufrieden aus ihren Händen anzunehmen, was diese euch eigennützig anbieten; und nie werdet ihr Fehler auf Fehler wieder anhäufen, wenn ihr nur Herz und Muth genug beweisen wolt, euren zu leichten Grund ganz niederzustossen, und dagegen jene Grundveste, worauf euer ganzes Gebäude ruht, unerschüttlich wieder herzustellen."

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der Flora

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: 39

Autor(en)/Author(s): Merxmüller Hermann

Artikel/Article: Systematische Botanik - damals und heute 7-16