Zeitschrift: Botanica Helvetica
Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft
Band: 101 (1991)
Heft: 2

Artikel: Aktuelle Probleme der Pflanzensystematik
Autor: Endress, Peter K.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-70316

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Botanica Helvetica 101/2, 1991

0253-1453/91/020235-11 $ 1.50 + 0.20/0
© 1991 Birkhäuser Verlag, Basel

Aktuelle Probleme der Pflanzensystematik *

Peter K. Endress

Institut für Systematische Botanik der Universität Zürich, Zollikerstraße 107, CH-8008 Zürich, Schweiz

Manuskript angenommen am 19. August 1991

Abstract

Endress P. K. 1991. Problems of plant systematics today. Bot. Helv. 101: 235–245.

Plant systematics helps to cope with the (still largely unknown!) diversity of the plants on our planet. Main goals are a natural system, which provides highest predictability for unknown features of poorly known groups, and better knowledge of the patterns of diversity, e.g. in structure, reproductive biology or ecology that occur in the plant world. A wide spectrum of comparative methods from morphology to molecular biology are used. Since the diversity of the organisms is highly threatened at present, maximum efficiency of the procedures is especially urgent.

Key words: Plant systematics, plant diversity, extinction.

Daß diese Jubiläumsversammlung in Zürich stattfindet, freut uns hier. Zürich hat als kleine Stadt weltweit gesehen zwar manchmal schön mitgeklungen, aber doch nie den Ton angegeben in der Botanik. Außer vielleicht einmal: Wenn ich nämlich behaupte, daß die Systematische Botanik als Wissenschaft in Zürich entstanden sei, so ist das nicht nur die ganz verzerrte Lokaloptik eines Zürchers, sondern es steckt auch ein Körnchen Wahrheit darin.

Konrad Gessner in Zürich war vor nun fast einem halben Jahrtausend, zu Beginn der Neuzeit in Europa, zumindest seinem mittleren und nördlichen Teil, die überragende Renaissancefigur der aufkeimenden Naturwissenschaften. Er hatte in Zürich privat die ersten Botanischen Gärten mit wissenschaftlicher Zielsetzung nördlich der Alpen angelegt. Er sammelte Informationen über alle erreichbaren Pflanzen, nicht nur über einheimische. Besonders die für seine Zeit unübertroffen inhaltsreichen Bildtafeln, die er großenteils selber schuf, begeistern uns heute so sehr. Es ist eine schöne Koinzidenz, daß wir die erstmalige(!) Gesamtausgabe dieses Werkes ausgerechnet dem jetzigen Präsidenten der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft, Heinrich Zoller, verdanken (Zoller et al. 1972–1980). Mag sein, daß nirgends sonst auf der Welt vor etwa 430 Jahren so viel wissenschaftliche Information über Pflanzen konzentriert zusammen war wie in Zürich.

* Leicht erweiterte Fassung eines Vortrags gehalten an der Jubiläumsversammlung zum 100jährigen Bestehen der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft am 12. Mai 1990 in den Botanischen Instituten der Universität Zürich.

So kommt es auch nicht ganz von ungefähr, daß die größte, artenreichste jener nicht wenigen Pflanzenfamilien der Erde, die nach Botanikern benannt sind, eben gerade nach unserem Konrad Gessner (lat. Gesnerus) Gesneriaceae heißt. (Der Familienname Gesneriaceae ist 1822 von Dumortier aufgestellt worden nach der Gattung *Gesneria,* die bereits von Linné 1754 zu Ehren von Gessner so benannt worden war.)

Diese Gesneriaceae führen uns nun in die Gegenwart der Systematischen Botanik. Als große Familie enthalten sie etwa 2500 Arten. Das sind mehr als alle Arten der Blütenpflanzen, Gymnospermen und Farne, die in der Schweiz vorkommen, zusammengenommen. Es gibt zwar keine schweizerischen Gesneriaceen, doch stehen Gesneriaceen im Blumentopf fast in jeder Stube, vor allem das St.-Pauli-Veilchen (*Saintpaulia ionantha*). Die meisten Gesneriaceae wachsen in tropischen Wäldern, einige als Epiphyten auf Bäumen, oder aber auf Felsen. Manche haben prächtige, ungewöhnliche Blüten, etwas vergleichbar mit Orchideen. Diese verdanken sie dem Zusammenwirken mit den sie bestäubenden Vögeln, Fledermäusen und verschiedenen Insektengruppen, mit denen sie sich im Laufe der Zeit evolutiv eingelassen haben. Mit drei nicht minder bemerkenswerten Reliktgattungen (*Haberlea, Ramonda, Jankaea*) kommen Gesneriaceae aber auch in Europa vor.

Wir wissen, wie akut die tropischen Wälder durch den Menschen heute gefährdet sind. Das erwähnte St.-Pauli-Veilchen wird zwar weitherum kultiviert, nachdem es vor 100 Jahren von deutschen Ordensschwestern nach Europa gebracht worden ist, aber am natürlichen Wuchsort im tropischen Ost-Afrika ist es praktisch ausgestorben. Es wächst lokal ganz beschränkt an schattigen Felsen im Tiefland von Tanzania. Gefährdet ist es nicht, weil es gesammelt würde – es läßt sich ja so leicht vegetativ vermehren –, sondern weil die schattengebenden Baumbestände dezimiert werden (Johansson 1978). Trügerische Sicherheit des Überlebens im Blumentopf! Wenn das St.-Pauli-Veilchen einmal nicht mehr in Mode sein wird, könnte sein Schicksal rasch besiegelt sein. Das gilt allgemein für viele Arten, die in Botanischen Gärten zu retten versucht werden. Natürlich, man sollte alles unternehmen, aber doch auch nicht verkennen, daß der Erfolg sehr ungewiß ist.

Wir haben über das Leben noch nie soviel gewußt wie heute, doch zugleich war uns noch nie so stark bewußt, wie wenig wir darüber wissen. Gerade der Lebensbereich der Epiphyten, für die eben viele Gesneriaceae schöne Beispiele sind, ist eine besonders stark vernachlässigt gebliebene Dimension. Erst in den letzten Jahren hat man begonnen, den Kronenraum der tropischen Regenwälder systematischer zu erforschen, mit Baumvelos, mit ausgedehnten stationären Plattformen auf Seilgerüsten, neuerdings mit Ballonlandungen auf dem dichtschließenden Kronendach des Waldes. Die Diversität vor allem bei den kleinen Tieren (etwa Insekten) ist – so hat sich dort herausgestellt – atemberaubend viel größer, als man früher gedacht hat.

Aber auch bei den Pflanzen sind eben die Lücken in unseren Kenntnissen der Diversität viel größer als das, was wir schon wissen. Damit sind wir beim zentralen Thema der Pflanzensystematik: dem Bedürfnis, die Vielfalt, die Diversität der Pflanzen besser zu verstehen.

Diversität der Pflanzen als Forschungsgegenstand

Unter den beiden wesentlichen Eigenheiten des Lebens, Komplexität und Diversität, von denen die eine ohne die andere nicht möglich wäre, da sie sich gegenseitig bedingen, steht die Diversität im Brennpunkt der systematischen Biologie, während sich die allge-

meine Biologie auf die Komplixität konzentriert. Der Allgemeine Biologe sucht also möglichst universelle komplexe Eigenschaften von Organismen, der Systematiker dagegen mehr die Möglichkeiten und Bedeutung der Diversität und Flexibilität in der Evolution.

Meist spricht man von zwei Formen der Diversität:

- Artenvielfalt (Artenzahl auf der ganzen Erde oder in einem bestimmten Gebiet oder in einer bestimmten Pflanzengruppe),
- genetische Vielfalt innerhalb einer Art.

Eine aus den über eine Viertelmillion Pflanzenarten der Erde ist etwa der Gemüsekohl (*Brassica oleracea*). Hier wiederum ist uns die Vielfalt innerhalb dieser Art besonders vertraut: alle die Gemüsekohlvarietäten wie Kopfkohl, Blattkohl, Rosenkohl, Kohlrabi, Broccoli, Blumenkohl usw., und von diesen sämtliche ihrerseits wieder mit verschiedenen Sorten gehören dazu (z. B. Gray 1989).

Diese Varietäten und Sorten sind vielleicht alle in den letzten paar tausend Jahren aus den Wildformen der Art *Brassica oleracea* von europäischen Küstengebieten entstanden durch Auslese des Menschen. Die Herausbildung dieser Diversität in relativ kurzer Zeit war nur möglich durch das schon vorhandene Evolutionspotential der genetischen Diversität bei der Wildart.

Solche genutzte genetische Diversität gibt es genau so bei Kulturpflanzenarten im tropischen Regenwaldgebiet. Eine der wichtigsten Nahrungspflanzen in den Neotropen ist Maniok (*Manihot esculenta,* ein Wolfsmilchgewächs), etwa so wie bei uns Kartoffeln. Die Tukaro-Indianer am Oberen Rio Negro in Brasilien haben nicht weniger als 140 Sorten Maniok; sie kennen alle diese Sorten auseinander und kultivieren je nach Verwendungszweck die geeignetste davon (Prance 1990).

Es gibt grundsätzlich verschiedene Ebenen in den Aufgaben und Zielen des Systematikers:

1. Kodifikation und Diagnose („Alpha-Taxonomie"): Zur Bezeichnung der durch die große Diversität bedingten zahlreichen Einheiten (Taxa) ist eine Kodifikation nötig. Dieser „Code" ist die binäre Nomenklatur der Arten (jeder Artname besteht aus zwei Wörtern) und die hierarchische Klassifikation aller Taxa (Arten, Gattungen, Familien usw.). Die Rahmenbedingungen für diese Kodifikation (nicht die Namen!) sind festgelegt im „International Code of Botanical Nomenclature" und werden alle paar Jahre von einem Internationalen Gremium neu überprüft. Zudem werden im Moment neue Möglichkeiten der Namensstabilisierung gesucht (Hawksworth 1991).

Zur Identifikation eines Taxons ist eine „Diagnose" nötig, d. h. eine Beschreibung, die erlaubt, das Taxon von allen übrigen Taxa zu unterscheiden. Eine Diagnose ist deshalb praktischerweise so kurz wie möglich, so lang wie nötig. Da jedes Taxon durch die ihm seinerseits eigene Diversität relativ komplex sein kann, ist die Ausarbeitung einer Diagnose unter Umständen sehr aufwendig.

Beides, Nomenklatur und Diagnosen, können nicht konstant sein. Denn wenn neue Pflanzengruppen entdeckt werden oder wenn durch neue Untersuchungsergebnisse die systematische Stellung eines Taxons revidiert werden muß, müssen sowohl bestehende Diagnosen als auch Teile des Klassifikationssystems der neuen Situation angepaßt, d. h. unter Umständen geändert werden.

2. Untersuchung der „Biologie" (Struktur, Entwicklung, Fortpflanzungsbiologie, Aspekte der Chemie, Molekularbiologie, Ökologie, usw., immer im Hinblick auf die Diversität).

Diese Ebene der Systematik („Beta-Taxonomie") ist nötig zur Rekonstruktion der Evolution und zur Aufstellung eines natürlichen Systems.

Die beiden Ebenen, Alpha- und Beta-Taxonomie, stehen in ständiger Wechselwirkung. Die eine ist ohne die andere nicht möglich.

3. Wichtig als Fernziel ist ein „*natürliches* System". Denn ein solches erlaubt die besten *Voraussagen* über Eigenschaften von Arten, deren Biologie noch unerforscht ist, durch Rückschlüsse von den nächsten verwandten, die schon besser bekannt sind. Ein *künstliches* System, das auf nur wenigen, willkürlich ausgewählten Eigenschaften aufgebaut ist, hat diese Fähigkeit nicht. Es ist also eine wichtige Langzeitaufgabe der Systematik, die Klassifikation immer mehr einem natürlichen System anzunähern („Omega-Taxonomie").

Ein solches Ziel ist allerdings nie ganz erreichbar, da die Geschichte der Diversität nicht restlos aufgeklärt werden kann, was von verschiedenen Autoren etwa so veranschaulicht wurde: „unending synthesis" (L. Constance), „unachieved synthesis" (H. Merxmüller), „stone of Sisyphus" (V. H. Heywood).

Verschiedene Betrachtungsweisen (von der Morphologie bis zu Molekularbiologie) und verschiedene Kriterien für den Verwandtschaftsgrad

Ein Beispiel dazu gibt die Groß-Systematik der Asteraceae (Korbblütler), eine der größten Pflanzenfamilien mit etwa 20000 Arten. Die Asteraceae sind bisher gewöhnlich in zwei basale Gruppen aufgespalten worden: Cichorioideae und Asteroideae. Die Cichorioideae (z. B. Löwenzahn) haben in ihren Blütenständen (Körben) nur extrem monosymmetrische Blüten von charakteristischer Struktur, während die Asteroideae (z. B. Margrite) kleine radiärsymmetrische Blüten im Zentrum des Blütenstandes ausbilden und machmal zudem stark monosymmetrische Blüten (von etwas anderer Struktur als bei den Cichorioideae) am Rand des Blütenstandes. Der Umfang der beiden Unterfamilien ist sehr ungleich; es gibt viel mehr Arten bei der Asteroideae als bei den Cichorioideae.

Eine molekularbiologische Technik, die sich für die Pflanzensystematik in den letzten Jahren als interessant herausgestellt hat, ist die Untersuchung der DNA in den Chloroplasten. Sie scheint evolutiv recht stabil zu sein und ändert sich nur sehr langsam im Laufe der Evolutionsgeschichte, d. h. über die Jahrmillionen. Die Chloroplasten-DNA hat nun gezeigt (Jansen und Palmer 1987), daß die basale Zweiteilung der Asteraceae in Asteroideae und Cichoroideae wahrscheinlich so nicht richtig ist, sondern daß sie noch viel ungleichgewichtiger ist. Nach diesen Befunden liegt sie zwischen der südamerikanischen Subtribus Barnadesiinae und dem ganzen Rest der Asteraceae. Diese Subtribus Barnadesiinae wird traditionellerweise als winziger Teil der Asteroideae aufgefaßt; sie enthält kaum 100 Arten gegenüber den 20000 der ganzen Familie.

Der Grund für diese Vermutung ist, daß sich die Asteraceae von allen ihren primitiveren Nachbarfamilien durch eine Inversion in einem bestimmten Abschnitt der Chloroplasten-DNA unterscheiden, eben mit Ausnahme der Barnadesiinae, die hierin mit den anderen Familien übereinstimmen. Man kann annehmen, daß diese Inversion entstanden ist in der frühen Evolution der Asteraceen, als sich die Barnadesiinae als Gruppe bereits verselbständigt hatten und damit von dieser Inversion nicht mehr betroffen wurden.

Wenn man ein möglichst natürliches System als Ziel hat, wäre nun die klassifikatorische Konsequenz, daß man die Barnadesiinae zur Unterfamilie Barnadesioideae erhebt und die früheren Cichorioideae in den Asteroideae aufgehen läßt, oder auch noch radika-

ler, daß man sie sogar als eigene Familie Barnadesiaceae aus den Asteraceae herausnimmt.

Es wurden allerdings bereits früher einmal aus morphologischen Gründen die Barnadesiinae als ursprünglichste Gruppe der Asteraceae ins Feld geführt (Jeffrey 1977), aber ohne daß klassifikatorische Konsequenzen gezogen wurden.

Warum könnte eine solche Änderung der Klassifikation sinnvoll sein? Damit würde wahrscheinlich eben ihre Voraussagekraft gesteigert. Sucht man z. B. verschiedene Varianten einer speziellen Gruppe von chemischen Verbindungen, die bei der Nachbarfamilie Campanulaceae (Glockenblumengewächse) vorkommen, dann hat man die größeren Chancen, weitere Varianten davon bei dieser *Barnadesia*-Gruppe als etwa bei den Cichorioideae zu finden. Dies gilt natürlich nicht nur für chemische Verbindungen, sondern ganz allgemein für biologische Charakteristika.

Allerdings müssen doch Vorbehalte angebracht werden, und zwar aus verschiedenen Gründen:

Erstens sollte man doch zuerst diese Barnadesiinae, eine sonst noch recht unbekannte Gruppe, in anderen Eigenschaften genauer prüfen und dem Chloroplasten-DNA-Resultat nicht blindlings vertrauen. Wir wissen ja nichts über das genauere biologische Verhalten dieses invertierten Abschnittes; was wir kennen, ist allein seine Struktur. Es wäre ja immerhin möglich, daß gerade das invertierte Stück in irgendwelcher Weise als funktionelle Einheit wirksam ist und deshalb die Inversion als ganzes in der Evolution wieder rückgängig gemacht werden könnte. Untersucht wurden bisher 80 Arten aus 16 Triben der Asteraceae und 19 Arten aus verschiedenen Nachbarfamilien (Jansen und Palmer 1987).

Zweitens ist evolutive Verwandtschaft, wie sie in einem natürlichen System zum Ausdruck kommen soll, gar nicht so eindeutig auszudrücken. Diese Unsicherheit ist uns schon innerhalb einer Menschenfamilie vertraut: Wenn der Enkel dem Großvater mehr gleicht als der Großmutter, ist er dann mit ihm näher verwandt? Bei ganzen Taxa ist die Situation entsprechend komplexer. Es gibt eben verschiedene Kriterien für Verwandtschaft, z. B.:
Sind zwei Individuen (oder Taxa) näher verwandt, wenn

1. weniger *Generationen* über den nächsten gemeinsamen Vorfahr gehen?
2. weniger *Zeit* bis zum nächsten gemeinsamen Vorfahr zurückreicht?
3. mehr *phänetische* Ähnlichkeit besteht?
4. mehr *genetische* Ähnlichkeit besteht?

Diese vier Aspekte sind selbstverständlich miteinander im Effekt korreliert, aber sie können doch auch zu einem gewissem Grad voneinander abweichen: etwa 1 und 3, wenn sich die Struktur über viele Generationen nicht ändert (z. B. *Ginkgo*), oder 3 und 4, wenn eine geringfügige genetische Änderung eine große Strukturänderung (Anagenese) bewirkt (z. B. Übergang von Teosinte zu Mais, vgl. Culotta 1991).

Zudem lassen sich die vier Punkte zwar theoretisch gut auseinanderhalten, aber nicht so sehr in der Praxis. Die *Kladistik,* eine vielerorts heute etwas hochgespielte Technik versucht, Punkt 2 von den andern zu isolieren, vernachlässigt jedoch dabei die andern. Die Praxis wird jedoch gewöhnlich auf einen Kompromiß dieser Aspekte hinauslaufen. Und sie sind tatsächlich auch alle für die Evolutionsgeschichte gleichermaßen von Bedeutung (cf. Stuessy 1990).

Fossile Pflanzen und Rekonstruktion der Phylogenie

Eine andere Betrachtungsebene zur Rekonstruktion der Evolution ist die Untersuchung fossiler Pflanzen. Seit Darwin hat die Frage nach der frühen Evolution der Blütenpflanzen die Botaniker gefesselt und zugleich irritiert. In den letzten zwanzig Jahren waren verschiedene junge Paläobotaniker hierin sehr erfolgreich mit neuen Funden, neuen Untersuchungstechniken, und vor allem auch viel systematischeren Auswertungen. Fossile Pollen, Blätter und vor allem auch erstaunlich gut erhaltene Blüten haben hier sozusagen zu einer Revolution geführt. Wir können heute sagen, daß die Blütenpflanzen sich in der Unteren Kreide, vor etwa 120 Millionen Jahren stärker zu entfalten begannen. Noch in neueren Lehrbüchern finden wir das *Magnolia*-Modell der ursprünglichen Blüte vorgestellt: eine große Blüte mit zahlreichen Organen an einer langen Blütenachse. Diese Vorstellung muß heute aufgrund der paläobotanischen Befunde modifiziert werden. Wir müssen eher annehmen, daß die ursprünglichen Blüten flexibel waren in der Zahl der Organe und ihrer Größe, daß also ein ganzes Spektrum zwischen organarmen und organreicheren Blüten vorkam (Friis und Endress 1990). Eine solche Flexibilität ist auch heute noch in manchen Familien der primitivsten Unterklasse der Blütenpflanzen, der Magnoliidae, vorhanden. Sie ist biologisch daraus zu verstehen, daß die Synorganisation zwischen den Organen (Strukturelementen) innerhalb einer Blüte noch vergleichsweise gering war.

Ein Verwandtschaftskreis, der in den Kreidefossilien besonders stark hervortritt, sind Chloranthaceen-artige Gewächse (Crane et al. 1989). Der älteste fossile einigermaßen sichere Angiospermenpollen aus der Unteren Kreide gleicht unter den heutigen Blütenpflanzen am meisten der Chloranthaceen-Gattung *Ascarina*. Auch Chloranthaceen-artige Blüten wurden aus der Unteren Kreide gefunden, besonders gut erhalten ein über 100 Millionen Jahre altes Androecium mit 3 Stamina und doppelklappig geöffneten Antheren, ebenso Blattreste. Die Blüten der Chloranthaceen sind im übrigen sehr einfach gebaut, im Extremfall sind sie eingeschlechtig und bestehen aus einem einzigen Strukturelement: einem Staubblatt oder einem Fruchtblatt (Endress 1987).

Die Rekonstruktion der Evolution ist eine Art Detektivarbeit. Jede Pflanzengruppe hat ihre besondere, individuelle *Geschichte* hinter sich, während der sie ihre Besonderheiten entwickelt hat. Diese Idiosynkrasien müssen aufgespürt werden, indem man sich in ihre Biologie vertieft: eine breite Palette von verschiedenen Aspekten, von der Morphologie bis zu Molekularbiologie, von den lebenden Pflanzen bis zu den ältesten Fossilien (Ehrendorfer 1984). Besonders elegant und ergiebig als Orientierungsmittel dabei ist immer die vergleichende Morphologie im weitesten Sinn. Denn sie umfaßt verschiedene Dimensionen und ist unserer Anschauung unmittelbar zugänglich. Die meisten anderen Methoden sind indirekter, aufwendiger, und im Vergleich zum Aufwand informationsärmer, aber selbstverständlich sehr wichtige Ergänzungen. Richtungsweisend bleibt sehr oft die Morphologie i.w.S. Eine besonders elegante Technik, die hier in den letzten zwei Jahrzehnten zu einem großen Aufschwung geführt hat, ist die Raster-Elektronenmikroskopie.

Je breiter das Spektrum der Kenntnisse über ein Taxon, desto besser. Wir müssen also möglichst verschiedene und möglichst aussagekräftige *Indizien* sammeln und dann *Szenarien* entwerfen, wie die Evolution sich abgespiegelt haben könnte, und mit den wahrscheinlichsten davon arbeiten.

Darstellung der Diversität

Gehen wir nochmals zurück zur Alpha-Taxonomie und vergegenwärtigen uns die „Jahrhundertwerke" in der Darstellung der Pflanzenarten der Erde:

- Vor gut 2 Jahrhunderten hat Linné (1753) in seinem Werk „Species plantarum" 7700 Pflanzenarten beschrieben.
- Vor 1 Jahrhundert haben Augustin-Pyramus und Alphonse De Candolle schon fast 59000 Arten beschrieben (und zwar nur Dikotyledonen) (1824–1874) im "Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis". Ihr monumentales Werk begründete die Bedeutung von Genf als wichtigem Zentrum der Pflanzensystematik.
- Wo stehen wir heute? Wir sind weit davon entfernt zu wissen, wieviele Pflanzenarten es gibt. Sind es 300000 oder bedeutend mehr? Beschrieben sind etwa 250000 Arten höherer Pflanzen (Raven 1987, Wilson 1988).

Nach Linné wurde kein zweitesmal eine Gesamtübersicht aller Pflanzenarten vollendet. Linnés Werk von 1753 ist deshalb die neueste Gesamtdarstellung der Pflanzenarten! Es gab später nur noch *ein* abgeschlossenes Werk, das wenigstens bis zur Gattungsstufe hinunterging: Engler, A. und Prantl, K. (Eds) 1887–1915: Die natürlichen Pflanzenfamilien, 1. Auflage (das rund 10200 Seiten umfaßt!).

Synthetische Übersichten bis hinunter auf Familienstufe sind öfter ausgearbeitet worden, z. B. für die Blütenpflanzen etwa von Cronquist (1981) und Takhtajan (1987).

Auch heute werden in der Pflanzensystematik jedoch neue internationale Projekte verfolgt, die wieder große Gruppen des Pflanzenreichs gesamthaft darstellen wollen bis zur Gattungsstufe, ja sogar neuerdings bis zur Artstufe:

- bis Gattungsstufe:
Algen: Encyclopedia of Algal Genera (Ed. American Society of Phycology)
Höhere Pflanzen: The Families and Genera of Vascular Plants (Ed. K. Kubitzki, Universität Hamburg)

- bis Artstufe:
Höhere Pflanzen: Species Plantarum (Ed. G. Prance, Royal Botanic Gardens Kew)

Parallel zu diesen großen systematischen Projekten werden auch verschiedene große Florenwerke bearbeitet, von denen nur die beiden größten erwähnt seien: Flora Neotropica (umfaßt etwa ein Drittel der Weltflora, herausgegeben im New York Botanical Garden) und Flora Malesiana (herausgegeben am Rijksherbarium Leiden). In vielen Gebieten der Erde, gerade in den Tropen, ist die Flora viel schlechter bekannt, als man gemeinhin denkt; solche großangelegten Florenwerke kommen deshalb äußerst langsam voran, es müssen Jahrhunderte dafür veranschlagt werden (Campbell und Hammond 1989)!

Neben diesen großen Projekten gibt es eine große Zahl von kleineren, die sich etwa mit einer Gattung oder Familie befassen und deren Resultate in Form von Revisionen (Ebene der Alpha-Taxonomie) oder Monographien (Alpha- und teilweise auch Beta-Taxonomie) erscheinen. Betrachten wir wieder unsere Gesneriaceae. Die letzte Gesamtbearbeitung der Familie bis hinunter auf das Artniveau steht in den Bänden 7 und 9 des oben erwähnten „Prodromus" von De Candolle. Später gab es nur noch Teilbearbeitungen, z. B. von Gattungen oder Gattungsgruppen. Von Skog (1976) ist z. B. gerade die Gattung *Gesneria* einer ausführlicheren Revision unterzogen worden. Seit 1954 befaßt sich Burtt vor allem mit der Revision altweltlicher Gattungen; er hat speziell auch über

grundsätzliche Probleme diskutiert, die sich bei der Klassifikation der Familie ergeben (Burtt 1977). Neuweltliche Gruppen sind von Wiehler bearbeitet worden (seit 1968), der auch eine umfangreiche Synopsis über die neotropischen Gesneriaceae bis auf Gattungsstufe ausgearbeitet hat (Wiehler 1983). Seit 1971 hat Weber durch eingehende vergleichend morphologische und entwicklungsgeschichtliche Studien unsere Einsichten in die Groß-Systematik und Abgrenzung der Familie stark vertieft.

Verarmung der Diversität in der Gegenwart

Die Evolution der Pflanzen begann vor 1,3 Milliarden Jahren mit den ersten Algen. Vor 150 Millionen Jahren erschienen die ersten Blütenpflanzen, heute die weitaus vielfältigste Gruppe.

Mit der heutigen akuten Bedrohung der Diversität werden neue Bedürfnisse an die Systematik herangetragen: Von allen Seiten möchte man viel rascher viel mehr wissen über die Diversität. Daß enorm viele Arten aussterben werden, besonders in den Tropen, ist auch bei der allergünstigsten Entwicklung in der nahen Zukunft nicht zu verhindern. Man schätzt, daß heute weltweit mehrere Organismenarten pro Tag aussterben; bis zum Jahr 2000 werden es vielleicht mehrere pro Stunden sein (Myers 1989, Prance 1991).

Wie kann man wenigstens den Aussterbeprozeß bei bestimmten Arten etwas verlangsamen? Welche Arten sollte man in erster Linie zu retten versuchen? Man kann vielleicht von den gefährdeten ganz wenige kritische Arten mit großem Aufwand retten, die meisten aber nicht. Welche soll man auswählen? Solche Fragen kommen immer mehr an die Systematiker heran. Die Bedeutung der Arten, z. B. als potentielle Nutzpflanzen oder nach ihrem Stellenwert in den Ökosystemen, kann umso besser abgeschätzt werden, je besser sie in ihrer Biologie bekannt sind.

Man sollte auch das Alter der heutigen Taxa bestimmen können, d. h. die Frage beantworten, seit wann eine Art von der nächsten noch lebenden verwandten Art evolutiv getrennt ist. Als Beispiel: unser Edelweiß (*Leontopodium alpinum*) ist von der nächstverwandten Edelweiß-Art in Asien vielleicht nur zehn- oder hunderttausend Jahre getrennt, die Art *Ginkgo biloba* hingegen möglicherweise 250 Millionen Jahre von der nächstverwandten überlebenden Gruppe unter den Gymnospermen, also tausend bis zehntausend Mal länger. Das sind zwei Extreme. Bei Rettungsversuchen wird man alte Gruppen bevorzugen. Um das Alter abzuschätzen, sind aber schon recht weitverzweigte Kenntnisse über Systematik, Biologie, Paläobotanik usw. einer Gruppe nötig (vgl. zu diesem Problem auch Vane-Wright et al. 1991).

Wenn wir als Systematiker nach einem Gutachten über ein großes Schutzgebiet in den Tropen angefragt werden, dann ist es sehr wichtig, den Grenzverlauf nach dem Vorkommen von besonders alten Gruppen zu beurteilen (Soulé 1990).

Auch die Feinstruktur von Reservatsgrenzen bringt Probleme. So hat etwa Appanah (1987) in Südasien gefunden: Bienen aus der Gruppe der Meliponidae, die in einem Reservat einen Kilometer von seiner Grenze entfernt nisten, sammeln Pollen zu 100% in benachbarten Plantagen. Diese Bienen sind aber wichtige Bestäuber gewisser Baumarten im Urwald. Dieses Verhalten könnte deshalb dazu führen, daß diese Bäume auch im ganz geschützten Gebiet allmählich aussterben.

Es scheint ein allgemeines Problem in den Tropen zu sein, daß viele Bäume keine reproduktive Zukunft mehr haben. Etablierte Einzelexemplare in zerstörter Landschaft bleiben vielleicht noch Jahrzehnte lang am Leben, aber sie haben keine Nachkommen mehr. Der Tropenökologe Dan Janzen (1986) bezeichnet sie als „living dead". Das

Perfide hier ist ein Zeitzündereffekt: Die Lage sieht vielleicht noch relativ besser aus, als sie in Wirklichkeit ist.

Es gibt immer prächtigere Photobücher über den tropischen Regenwald. Erfreulich, eine solche Demonstration dessen, was jeden Tag mehr dahinschwindet. Doch besteht auch die Gefahr, daß sie uns eine allzu heile Welt vorgaukeln, wenn auf *einer* Seite eine Farben- und Formensinfonie von Blüten und Insekten aufgeführt wird, zusammengemischt aus dem Amazonasgebiet, aus Madagaskar und Borneo. Das steht jedenfalls in krassem Gegensatz zur armseligen, verwüsteten Umwelt, in der die Kinder in den Tropenländern heute weithin aufwachsen müssen.

Man kann nicht genug betonen: unsere Kenntnis der biologischen Diversität, besonders in den Tropen, ist erschreckend oberflächlich (Bawa und Hadley 1990). Welches sind ökologische Schlüssel- oder Indikatortaxa? Mit welchen andern Taxa und wie stehen sie in besonderer ökologischer Wechselwirkung? Welches sind phylogenetische Relikte oder evolutiv sehr isolierte Gruppen? Und was für besonders wertvolle Informationen speichern sie?

Ein spektakuläres Beispiel dazu, die Entdeckung der Parfümblumen und parfümsammelnden Bienen im Tropischen Amerika, die in den sechziger Jahren unabhängig voneinander Stefan Vogel (Vogel 1966) und Calway Dodson (Dodson et al. 1969) gelang, möge genügen. Diese Blüten produzieren mit speziellen Drüsen große Mengen von Duftstoffen, die von Prachtbienen-Männchen (Euglossini) gesammelt und nach teilweiser chemischer Umwandlung als Pheromone verwendet werden. Beim Sammeln der Duftstoffe bestäuben die Bienen gleichzeitig die Blüten. Schätzungsweise 2000 Pflanzenarten und etwa 170 Prachtbienenarten gehören in diese biologische Klasse. Unter den Pflanzen fällt der Hauptanteil auf die Orchideen, aber es gibt gerade auch wieder einige Vertreter unserer Gesneriaceae darunter, nämlich aus den Gattungen *Gloxinia* und *Drymonia*. Die gleichen Bienen sammeln auch Nektar und Pollen zu ihrer Ernährung; dazu brauchen sie aber andere Blütenformen, z. B. aus verschiedenen weiteren Gattungen der Gesneriaceae.

Dies ist ein eindrücklicher Ausschnitt aus einem Ökosystem, wo wir das Ausmaß der daran beteiligten Diversität sehen, die auf subtilste Arte, in enger Spezialisierung, miteinander in Wechselwirkung steht. Wenn eine dieser Arten ausstirbt, welche andern sterben dann unweigerlich mit aus (Myers 1987, Prance 1991)?

Für die Bestäubungsbiologie der Gesneriaceae ist damit aber noch nicht das ganze Spektrum abgedeckt. Neben anderen Bienengruppen sind vor allem auch Vögel (Kolibris) und Fledermäuse wichtige Bestäuber. Vogel (1963) schätzt, daß in der Familie der evolutive Übergang von Bienen- zu Vogelblütigkeit in mindestens 26 Gattungen unabhängig geschehen sei. Und sogar innerhalb der einen Gattung *Gesneria* vermutet Skog (1976), daß Fledermausblütigkeit mindestens in zwei verschiedenen Untergruppen je aus Vogelblütigkeit entstanden sei. Auch die mehrfache Evolution nektarloser Pollenblumen, die von pollensammelnden Bienen bestäubt werden, ist für die Gesneriaceae bemerkenswert. Dazu gehört neben *Saintpaulia* und den europäischen Gattungen (Vokou et al. 1990) vor allem auch der sonderbare *Didymocarpus geitleri,* bei dem der Griffel eine pollenreiche Anthere imitiert (Weber 1989).

Für die effiziente Untersuchung der Diversität einer systematischen Gruppe sollten sämtliche Taxa, die sie enthält, miteinander verglichen werden können. Dazu sind nicht nur Studien an lebenden Pflanzen nötig, sondern auch an möglichst viel existierendem Herbarmaterial. Verglichen mit andern Kontinenten gibt es in Europa die größten und am meisten große Herbarsammlungen. Wir haben deshalb als Systematiker in Europa ganz besonders die Verpflichtung, auf allen Stufen mitzuwirken bei der Aufklärungsarbeit über die Diversität, die überwältigende und nie zu bewältigende Vielfalt im Pflanzen-

reich. Auf allen Stufen heißt: lokal, regional, kontinental und weltweit, aber auch: mit allen möglichen Mitteln, den verschiedenen Methoden; ich möchte besonders auch beifügen: in erster Linie mit den ergiebigsten Methoden. Umfassende, weltweite Bearbeitungen von Taxa sind nur von größeren systematischen Zentren mit großen Sammlungen aus möglich, und deshalb müssen diese Zentren diese Verpflichtung auch ganz besonders wahrnehmen.

Es ist zu hoffen, daß nach dem so glänzenden Auftakt mit Namen wie K. Gessner, K. Bauhin sowie A.-P. und A. De Candolle in früheren Jahrhunderten die Systematische Botanik auch von der Schweiz aus im nächsten Jahrhundert weiterhin einen Beitrag leisten kann zum besseren Verständnis und zur Bewahrung der Vielfalt der Pflanzen auf unserer Erde.

Literatur

Appanah S. 1987. Insect pollinators and the diversity of dipterocarps. In Kostermans A. J. G. H. (Ed.), Proc. Third Round Table Conference on Dipterocarps, 277–291. Jakarta: UNESCO.

Bawa K. S. and Hadley M. (Eds.) 1990. Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants. In Jeffers J. N. R. (Ed.), Man and the Biosphere Series, Vol. 7. Paris: UNESCO.

Burtt B. L. 1977. Classification above the genus, as exemplified by Gesneriaceae, with paralleles from other groups. Pl. Syst. Evol., Suppl. 1: 97–109.

Campbell D. G. and Hammond H. D. (Eds.) 1989. Floristic Inventory of Tropical Countries. New York: New York Botanical Garden.

Crane P. R., Friis E. M. and Pedersen K. R. 1989. Reproductive structure and function in Cretaceous Chloranthaceae. Pl. Syst. Evol. 165: 211–226.

Cronquist A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. New York: Columbia University Press.

Culotta E. 1991. How many genes had to change to produce corn? Science 252: 1792–1793.

Dodson C. H., Dressler R. L., Hills H. G., Adams R. M. and Williams N. H. 1969. Biologically active compounds in orchid fragrances. Science 164: 1243–1249.

Ehrendorfer F. 1984. Neuere Methoden der Verwandtschaftsforschung bei Höheren Pflanzen. Verh. Deutsch. Zool. Ges. 77: 57–67.

Endress P. K. 1987. The Chloranthaceae: Reproductive structures and phylogenetic position. Bot. Jahrb. Syst. 109: 153–226.

Friis E. M. and Endress P. K. 1990. Origin and evolution of angiosperm flowers. Adv. Bot. Res. 17: 99–162.

Gray A. R. 1989. Taxonomy and evolution of broccolis and cauliflowers. Baileya 23: 28–46.

Hawksworth D. L. (Ed.) 1991. Improving the stability of names: Needs and options. Reg. Veget. 123: 1–358.

Jansen R. K. and Palmer J. D. 1987. A chloroplast DNA inversion marks an ancient evolutionary split in the sunflower family (Asteraceae). Proc. Natl. Acad. Sci. USA 84: 5818–5822.

Janzen, D. H. 1986. The future of tropical ecology. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17: 305–324.

Jeffrey C. 1977. Corolla forms in Compositae – Some evolutionary and taxonomic speculations. In Heywood V. H., Harborne J. B. and Turner B. L. (Eds.), The Biology and Chemistry of the Compositae, Vol. I: 111–119. London: Academic Press.

Johansson D. R. 1978. Saintpaulias in their natural environment with notes on their present status in Tanzania and Kenya. Biol. Conserv. 14: 45–62.

Myers N. 1987. The extinction spasm impending: Synergisms at work. Conserv. Biol. 1: 14–21.

Myers N. 1989. Extinction rates past and present. BioScience 39: 39–41.

Prance G. 1990. Fruits of the rainforest. New Scientist 125 (1699): 42–45.

Prance G. 1991. Rates of loss of biological diversity: A global view. In Spellerberg I. F., Goldsmith F. B. and Morris M. G. (Eds.), The Scientific Management of Temperate Communities for Conservation, 27–44. Oxford: Blackwell.

Raven P. H. 1987. The scope of the plant conservation problem world-wide. In Bramwell D., Hamann O., Heywood V. and Synge H. (Eds.), Botanic Gardens and the World Conservation Strategy, 19–29. London: Academic Press.
Skog L. E. 1976. A study of the tribe Gesnerieae, with a revision of *Gesneria* (Gesneriaceae: Gesnerioideae). Smithsonian Contr. Bot. 29: 1–182.
Soulé M. E. 1990. The real work of systematics. Ann. Missouri Bot. Gard. 77: 4–12.
Stuessy T. F. 1990. Plant Taxonomy. New York: Columbia University Press.
Takhtajan A. 1987. Systema Magnoliophytorum. Nauka: Leningrad.
Vane-Wrigth R. I., Humphries C. J. and Williams P. H. 1991. What to protect? – Systematics and the agony of choice. Biol. Conserv. 55: 235–254.
Vogel S. 1963. Blütenökotypen und die Gliederung systematischer Einheiten. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 76: (98)–(101).
Vogel S. 1966. Parfümsammelnde Bienen als Bestäuber von Orchideen und *Gloxinia*. Österr. Bot. Z. 113: 302–361.
Vokou D., Petanidou T. and Bellos D. 1990. Pollination ecology and reproductive potential of *Jankaea heldreichii* (Gesneriaceae); a Tertiary relict on Mt. Olympus, Greece. Biol. Conserv. 52: 125–133.
Weber A. 1989. *Didymocarpus geitleri*, a remarkable new species of Gesneriaceae with deceptive pollen flowers. Pl. Syst. Evol. 165: 95–100.
Wiehler H. 1983. A synopsis of the neotropical Gesneriaceae. Selbyana 6: 1–219.
Wilson E. O. (Ed.) 1988. Biodiversity. Washington, D.C.: National Academy Press.
Zoller H., Steinmann M. and Schmid K. (Eds.) 1972–1980. Conradi Gesneri historia plantarum I–VIII. Dietikon: Graf.