
Ulmensien

Schriftenreihe der Universität Ulm

Band 8

Mit Beiträgen von Prof. Dr. Dietrich von Engelhardt · Prof. Dr. Hartmut H. Hilger · Prof. Dr. Jürgen Mittelstraß · Prof. Dr. Wolfgang Pechhold · Prof. Dr. Thomas Stützel · Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. e. h. mult. Dr. rer. nat. h. c. Hans-Georg Unger



Universität Ulm



Universitätsverlag **ulm** GmbH

Prof. Dr. Thomas Stützel

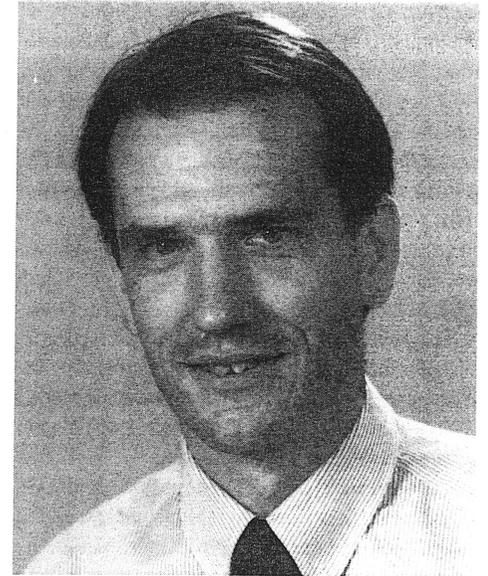
Lehrstuhl Spezielle Botanik und Botanischer Garten der Ruhr-Universität Bochum

Neue Ziele in der systematischen Botanik?

Festvortrag anlässlich der Emeritierung von Prof. Dr. Focko Weberling am 15. Oktober 1993

Das Thema erscheint einer Emeritierungsfeier wenig angemessen. Hier spricht man entweder unverfänglich über eigene Forschung oder hält eine Laudatio. Ich habe erst vor ein paar Wochen den Schlüssel zu den Räumen der Speziellen Botanik hier im Hause abgegeben, und der geringe zeitliche Abstand zu meiner wissenschaftlichen Heimat macht mich für eine Laudatio völlig ungeeignet. Eine solche ist aber auch gar nicht nötig; die Fakten sprechen für sich. Immerhin haben sich unter Focko Weberling in Ulm vier Wissenschaftler habilitiert. Zwei sind ganz und gar eigene Schüler, zwei sind nach der Promotion zu ihm gekommen, und alle vier sind wegberufen worden.

Eine Anekdote mag die Wirkung und Bedeutung von Focko Weberling unterstreichen: Für einen Schüler wie mich, dessen berufliche Perspektive sich zunehmend auf die Hochschullaufbahn einengt, ist es wichtig, Kongresse zu besuchen. In den Kaffeepausen auf diesen Kongressen wird man dann gefragt, was man macht und wo man herkommt. Wenn ich gesagt habe, daß ich aus Ulm komme, bin ich im Ausland oft gefragt worden, wo das liege. In den USA hat man nicht selten sogar gerätselt, ob das Ost- oder Westdeutschland sei - und das zu einer Zeit, wo ein DDR-Bürger in den USA so wahrscheinlich gewesen wäre wie ein Mensch von einem anderen Stern. Wenn meine Gesprächspartner mit »Ulm« so überhaupt nichts anfangen konnten, haben sie meistens nach dem Chef meines Instituts gefragt. Der Name Weberling hat dann von enthusiastischer Begeisterung bis



Prof. Dr. Thomas Stützel

fanatischer Ablehnung alle möglichen Reaktionen ausgelöst; daß man Focko Weberling nicht gekannt hätte, habe ich in der ganzen Zeit nicht erlebt.

Mit der Emeritierung ist nun aber das Ende der dienstlichen Verpflichtungen gekommen, und angesichts der Situation der systematischen Botanik muß man über die naheliegende Frage, wie es hier an der Universität Ulm mit diesem Lehrstuhl weitergehen soll, hinausdenken und fragen: Wie geht es überhaupt weiter mit der systematischen Botanik? Über dieses Thema ha-

ben wir hier in der Abteilung Biologie V in der Vergangenheit mehrfach debattiert, vor allem von der Sorge getrieben, daß unsere Wissenschaft der Konkurrenz anderer Gebiete erliegt und zum Aussterben verdammt ist. Diese Sorge war naturgemäß am stärksten, als die Emeritierung von Focko Weberling in die Nähe rückte. Die Frage, ob man so etwas wie Morphologie und Systematik überhaupt wieder brauche, oder ob man sich lieber nach etwas »Modernem«, Experimentellem umsehen solle, wurde heiß und kontrovers diskutiert. Uns in der Speziellen Botanik hat das damals sehr bedrückt. Was heißt das schon: »modern«? Es ist doch so, daß derjenige, der modern ist, letztlich nur etwas nachmacht, was jemand anderer als erster getan hat, und im Gegensatz zur Bekleidungsindustrie ist in der Wissenschaft diesem ersten die Frage der künftigen Mode sogar sehr gleichgültig. Modern sein heißt also in jedem Fall mehr oder weniger schnell hinterherlaufen. Der wirklich innovative Wissenschaftler ist immer in gewissem Sinn unzeitgemäß.

Die Behauptung, Morphologie und Systematik seien keine experimentellen Wissenschaften, ist relativ alt; man kann sie durchaus kontrovers diskutieren. Widerspruch muß sich erst regen, wenn in diesem Zusammenhang die Etikettierung »nur beschreibend« oder gar »nicht exakt« im Gegensatz zu den angeblich exakten, weil messenden, experimentellen Fächern auftaucht. Gemessen wird auch in der Systematik, und wenn die Angaben über Größen, zeitliche Abläufe, Wassergehalte und ähnliches manchmal recht ungenau erscheinen, dann (hoffentlich) vor allem, weil man sich über sinnvolle Genauigkeiten genaue Gedanken macht. Es gibt einen anderen Wissenschaftszweig, der auch nur beschreibt und nicht mit den Objekten seiner Forschung experimentiert, weil seine Objekte einfach ein bißchen zu groß und zu weit weg sind, und bei dem kein Mensch auf die Idee käme, den Vorwurf »nur beschreibend« anzubringen - ich meine die Astronomie. Warum wird, im Gegensatz zu dieser, die systematische Botanik mit Schlagworten wie »altmodisch« und »nicht experimentell« in ein schlechtes Licht gerückt, ob-

wohl dies an der Sache ganz offensichtlich einfach vorbeigeht? Es ist sicher nicht damit getan darzulegen, daß, wer so kritisiert, von der Sache offenbar keine Ahnung hat. Damit würden wir es uns doch etwas zu einfach machen. Denn vielleicht ist zwar die Argumentation der Kritiker falsch, aber das verbreitete Unbehagen gegenüber der Systematik doch berechtigt.

Gibt es überhaupt noch Ziele in der systematischen Botanik, brauchen wir »neue Ziele« in der systematischen Botanik? Welche der alten Ziele sind in der letzten Zeit erreicht worden, und sind die nicht erreichten Ziele es überhaupt wert, weiter verfolgt zu werden? Karl Suessenguth hat Ende der dreißiger Jahre ein Buch mit dem Titel »Neue Ziele der Botanik« herausgebracht, und der hier gewählte Titel soll bewußt eine Assoziation zu diesem in mancher Beziehung unvergleichlichen Werk erwecken. Die neuen Ziele der Botanik, die Suessenguth diskutiert, sind etwa die, welche die Generation meiner Lehrer zur Zeit ihres Studiums vor Augen hatte. Suessenguth war ein recht universeller Botaniker. Er hat sich mit den neuen Zielen der gesamten Botanik befaßt und sowohl den Bereich der Speziellen als auch den der Allgemeinen Botanik in seinem Buch abgedeckt. Das erlaubt auch einen Leistungsvergleich: Wie groß sind die Fortschritte in der Physiologie, wie groß in der Systematik? Fast wichtiger als dieser Vergleich ist es aber, auf der Basis des Wissens über die Entwicklungen der Vergangenheit eine Prognose zu versuchen, in welche Richtung wir unsere Wissenschaft, die systematische Botanik, weiter entwickeln müssen.

Betrachtet man die zur Zeit Suessenguths neuen Ziele der Physiologie, so sind die Fragen in der damals gestellten Form erledigt. Ich denke hier zum Beispiel an die aus heutiger Sicht abstrusen Vorstellungen Suessenguths über die Plasmaströmung. Da werden elektrische Potentiale postuliert, die vielleicht schon 1940 den Widerspruch eines Theoretischen Chemikers oder Physikers herausgefordert hätten. Aber die heute bekannten Tatsachen über das Zytoskelett und die für die Plasmaströmung wesentlichen

zytologischen Vorgänge lagen sicher damals weit außerhalb des Vorstellbaren. Während bei Suessenguth in der Darstellung der Photosynthese noch Formaldehyd und Wasserstoffperoxid vorkommen, kann man mit diesem Wissensstand heute nicht einmal mehr das Biologie-Abitur* machen. Die Beispiele ließen sich fortsetzen, und man könnte auch noch die inzwischen bekannten Lösungen von Problemen anfügen, die zu Suessenguths Zeit noch nicht einmal als Probleme erkannt waren.

Betrachten wir dagegen die bei Suessenguth diskutierten, damals aktuellen Probleme der Systematik, so befällt uns ein gewisses Unbehagen. Die Probleme damals waren

1. der systematische Anschluß der Monokotyledonen und die Frage, ob die Monokotyledonen nun von einer gemeinsamen Stammform abstammen, oder ob sie eine künstlich zusammengefaßte, polyphyletische Gruppe sind,
2. die verwandtschaftlichen Beziehungen der Sympetalen, also der Blütenpflanzen mit verwachsenen Blumenkronen,
3. die Stellung der Monochlamydeen, das heißt der Blütenpflanzen mit einer einfachen, nicht in Kelch und Krone gegliederten Blütenhülle.

Alle drei Themen beschäftigen die Systematiker nach wie vor. So wird die Frage des Anschlusses der Monokotyledonen bei Emberger, bei Burger und zuletzt bei Dahlgren et al. (1985) ausführlich debattiert, und eine definitive Entscheidung ist immer noch nicht herbeigeführt, obwohl die Zahl der bekannten Fakten zweifellos zugenommen hat. Hinsichtlich der beiden

* Daß man umgekehrt dagegen überhaupt ohne Biologie Abitur machen kann und überhaupt mit einem in unserem Jahrhundert sicher unübertroffenen Unwissen ein naturwissenschaftliches Studium aufnehmen kann, steht zu dieser Feststellung in einem tragischen Gegensatz.

anderen Probleme sind wir zwar überzeugt, daß die einfache Klassifikation aufgrund weniger Merkmale, wie sie zur Zeit Suessenguths üblich war, nicht zu halten ist. Einer der Vorträge beim Symposium Morphologie, Anatomie und Systematik in Göttingen 1991 trug aber den Titel: »Ist Sympetalie ein systematisches Merkmal?« - was deutlich zeigt, daß auch dieses Thema die Systematiker nach wie vor beschäftigt. Erst vor einigen Wochen habe ich den ersten Dikotyledonen-Band der »Families and Genera of Vascular Plants« bekommen und mußte erstaunt feststellen, daß die Hahnenfußgewächse, die nach klassischer Auffassung eine einfache Blütenhülle aufweisen, also monochlamydeisch sind, hier mit doppelter Blütenhülle beschrieben werden. Ich stehe jetzt vor der Notwendigkeit, wieder einmal die Argumente für die Lehrmeinung, die ich gelehrt wurde und die ich weitergelehrt habe, zusammenzusuchen und auf ihre Tragfähigkeit zu prüfen.

Die Leistungsbilanz ist hier zugunsten der Allgemeinen Botanik bewußt ein wenig überzeichnet. Natürlich hat auch die Physiologie ihre Probleme, wo sie zwar ein Stück weiter, aber nicht in Sichtweite des Zieles ist. Dem Postulat eines Blühormons »Florigen« wurde nach rund 20 Jahren Forschung ein »Antiflorigen« hinzugefügt, ohne daß man einen dieser beiden Stoffe je hätte identifizieren können. Von den für die Morphogenese so wichtigen »Hemmfeldern« weiß man weder, wie sie aussehen, noch kennt man ihre stoffliche Basis; im Grunde weiß man nicht einmal sicher, ob es sie wirklich gibt. Es ist auch etwas grundsätzlich anderes, ob man Vorgänge untersucht, die prinzipiell beliebig oft wiederholbar sind, oder ob man wie der Systematiker (ähnlich dem Historiker) anhand von Indizien Licht in Zusammenhänge bringen will, die unwiederholbar vergangen sind. Wenn die Physiologen nicht nach einem Stoffwechselprozeß als solchem, sondern nach der Entstehung dieses Prozesses in der Evolution gefragt werden, wissen sie oft nicht sehr viel mehr darüber, als bevor sie über den Ablauf des Prozesses Bescheid wußten. Aber es ist schon etwas beäng-

stigend, wenn man nicht sicher sagen kann, ob das Thema einer wissenschaftlichen Abhandlung in der systematischen Botanik aus dem neuesten Heft einer Zeitschrift stammt oder aus einem 50 Jahre alten Exemplar. Erst kürzlich habe ich ein phylogenetisches Konzept, das ich für sehr modern gehalten hatte, in einem Artikel von 1866 (Krause 1866) gefunden. Das Büchlein war allerdings noch nicht aufgeschnitten, und vielleicht hat es außer dem Autor ja keiner gekannt. Machen die Speziellen Botaniker irgend etwas falsch, oder verfolgen sie gar Ziele, die es überhaupt nicht mehr wert sind, weiterverfolgt zu werden? Brauchen wir also neue Ziele in der systematischen Botanik?

Wir müssen dazu erst einmal klarstellen, welches überhaupt die Ziele der systematischen Botanik sind. Der Anschluß der Monokotyledonen oder die Gliederung der Sympetalen sind ja keine an sich verfolgungswürdigen Ziele; man muß schon sagen können, wozu man das wissen will. Was kann also die systematische Botanik leisten, was von allgemeinerem Interesse wäre?

Ich möchte Ihnen dazu ein Beispiel aus der Blütezeit der systematischen Botanik, der beginnenden Kolonialzeit, bringen und zitiere aus dem Tagebuch von Georg Forster vom 4. September 1775. Forster war zu dieser Zeit mit seinem Vater an der zweiten Weltumsegelung mit Kapitän Cook beteiligt; Neu-Kaledonien war gerade entdeckt worden, und die Lebensmittelvorräte waren knapp.

Forster schreibt: »Wir waren noch nicht lange an Bord zurück, da ließ der Schreiber des Kapitäns einen Fisch schicken, den die Insulaner soeben mit einem Speer geschossen hatten. Da es eine neue Art war, machte ich mich sofort daran, ihn zu beschreiben und zu zeichnen. Er gehörte zu der Gruppe von Fischen, wovon verschiedene Arten für giftig gehalten werden. Wir ließen dies den Kapitän wissen ... Der Kapitän behauptete aber, er habe eben diese Art an der Küste von Neu-Holland ohne allen Schaden gegessen. Wir freuten uns also schon, am nächsten Tag eine frische Mahlzeit zu bekommen und setzten uns abends zu Tisch, um die Leber zu

verzehren. Sie war aber von so öligem Geschmack, daß der Kapitän, mein Vater und ich nur ein paar Bissen davon aßen. Gegen drei Uhr morgens wurde mein Vater durch eine sehr unbehagliche Empfindung aus dem Schlaf geweckt. Hände und Füße waren wie erstarrt, und als er aufstehen wollte, konnte er sich kaum auf den Füßen halten. Auch Kapitän Cook wachte, konnte aber nicht stehen, ohne sich festzuhalten. Mein Vater kam an mein Bett, weckte mich mit Gewalt, und nun fühlte ich erst, wie übel es mir war. Wir schleppten uns in die Kajüte und ließen unseren Wundarzt Patton holen.«

Heute wissen wir, daß sowohl Kapitän als auch Biologe irrten. Das mit geschulter naturwissenschaftlicher Genauigkeit geführte Protokoll der Ereignisse erlaubt den Schluß, daß hier eine Vergiftung durch Tetrodotoxin vorlag. Dieses Gift wird mit einiger Sicherheit ausschließlich von einzelligen Algen gebildet und reichert sich über die Nahrungskette an. Das Gift blockiert die Erregungsleitung und hat daher in der medizinischen und neurophysiologischen Forschung eine große Bedeutung unter anderem auch bei der Erforschung mancher Muskelerkrankungen erlangt. Das soll hier aber nicht interessieren. Ich habe das Beispiel gewählt, weil Kapitän und Biologe übereinstimmend eine Grundthese der Systematik akzeptieren: Die Kenntnis verwandter Organismen erlaubt häufig zutreffende Vorurteile über Eigenschaften unbekannter Lebewesen oder über unbekannte Eigenschaften bekannter Lebewesen. Im Zweifelsfall ist die Kenntnis der Art sicherer als das, was man von verwandten Arten geschlossen hat. Forster ließ den Kapitän wissen, daß andere, ähnliche Arten als giftig gelten, aber als der Kapitän sagte, daß er genau so einen Fisch schon gegessen habe, ließ sich Forster überzeugen. Heute wäre unser Vorurteil genauer. Wir wissen, daß es außer von der Art, zu der der Fisch gehört, auch von der Jahreszeit und dem gegessenen Organ abhängt, ob man sich vergiftet; daß die drei ausgerechnet die Leber gegessen haben, war besonderes Pech.

Wir wollen also festhalten, daß die Kenntnis verwandter Organismen nützliche Vorurteile

über Eigenschaften unbekannter Lebewesen oder über unbekannte Eigenschaften bekannter Lebewesen erlaubt, und daß es möglich ist, die Trefferquote solcher Vorhersagen durch weitere Forschung zu verbessern.

Die Begründung, warum dies überhaupt möglich ist, wurde erst 80 Jahre nach dieser Reise und in der Blütezeit der Systematik durch die Evolutionstheorie von Darwin geliefert. Es wird auch heute noch ab und zu behauptet, der Darwinismus habe für die Systematik überhaupt nichts gebracht, da er keine neue Methode in der Systematik begründet hat. Die Art, wie gearbeitet wird, habe sich nicht geändert. Nach Auffassung dieser Wissenschaftler verdanken wir die größten Fortschritte in der Systematik nicht Darwin, sondern der Erfindung des Rasterelektronenmikroskops.

Diese Ansicht schätzt den Wert einer neuen Fragestellung niedriger ein als den Wert einer neuen Technik. Das ist eigentlich immer falsch. Das Neue ist, daß Systematik jetzt versucht, den historischen Prozeß der Evolution zu verstehen und zu rekonstruieren. Die Systematik muß dazu möglichst verschiedene und möglichst aussagekräftige Indizien sammeln und Szenarien entwerfen, wie die Evolution abgelaufen sein könnte, um dann mit den wahrscheinlichsten dieser Szenarien weiterzuarbeiten.

Die Evolutionsszenarien der Systematik sind aber nicht nur von rückwirkendem Interesse. Viele der Ereignisse, die wir im Zusammenhang mit dem Teibhauseffekt als »Global Changes« oder »Global Warming« auf den Tagungsprogrammen biologischer und politischer Veranstaltungen finden, haben in der Vergangenheit zwar nicht in genau derselben Weise und mit den gleichen Teilnehmern, aber in ähnlicher Weise und mit einem anderen Artenspektrum mehrfach stattgefunden. Ein besseres Wissen darüber, wie die Evolution bis heute verlaufen ist, ist demnach wesentlich für verbesserte Szenarien darüber, wie sie weiter verlaufen wird.

Diese beiden Ziele, Vorhersagen über Eigenschaften neuer Arten oder unbekannte Eigenschaften bekannter Arten und die Entwicklung

leistungsfähiger Evolutionsszenarien, das sind die eigentlichen Aufgaben der Systematik. Die Bedeutung einzelner Aktivitäten und Forschungsvorhaben ist daran zu messen, ob und wieviel sie zu diesen Zielen beizutragen haben.

Die mit dem Thema gestellte Frage ist damit eigentlich mit einem klaren Nein beantwortet. Die Irritation bei Nichtsystematikern über das was Systematiker tun, ist aber damit noch keineswegs behoben. Die Diskussionen, die sich in diesen Tagen fast regelmäßig wiederholenden Neubesetzungen von Lehrstühlen in Spezieller Botanik entzünden, zeigen, daß nach außen hin doch eine gewisse Orientierungslosigkeit in der Systematik zu bestehen scheint. Die oben genannten, übergeordneten Ziele werden dabei, falls sie überhaupt erkannt werden, nicht in Frage gestellt, sondern es geht darum, ob klassische Systematik ein Weg zum Ziel sein kann.

Die Auseinandersetzung entzündet sich letztlich an dem »Sammeln möglichst aussagekräftiger Indizien« für die Verbesserung der Vorhersagen. Für den Außenstehenden sieht es so aus, als bestünde das Sammeln von Indizien im Anhäufen von großen Mengen getrockneter Pflanzen in den Herbarien, und ich weiß, daß auch ich von manchen in die Gruppe der akademischen »Jäger und Sammler« einsortiert werde. Man kann natürlich versuchen, Vorhersagen über Taxa und deren Eigenschaften überflüssig zu machen, indem man alle Taxa und alle ihre Eigenschaften zu erfassen versucht. Das Ziel ist auf diesem Weg schon vom Arbeitsaufwand her nicht erreichbar, und wer wollte sich trauen, den Schlußstrich zu ziehen und zu sagen, jetzt wissen wir alles? Den ersten Schachcomputern lag genau dieses Prinzip zugrunde, jede Möglichkeit (auch die sinnloseste) unter allen Umständen bis zum Ende weiterzuverfolgen. Sie waren deshalb zu langsam und jedem besseren Schachspieler unterlegen, einfach weil sie für ihre an und für sich guten Ergebnisse länger brauchten, als die Spielregel zuläßt. Auch gute Antworten auf naturwissenschaftliche Fragen sind nur nützlich, wenn man sie bekommt, bevor es zu spät

zum Reagieren ist. Man benötigt ein theoretisches Konzept, um zu entscheiden, welche Fragen es wert sind, durch eine Untersuchung beantwortet zu werden. Gerade für die Systematik gilt in besonderem Maß, was Julius Sachs in der Vorrede zu seiner Geschichte der Botanik gesagt hat: »Nur mit vieler Mühe gelingt es, den roten Faden des wissenschaftlichen Gedankens aus einem unglaublichen Wust empirischen Materials herauszufinden. Es war von jeher das Haupthindernis eines raschen Fortschrittes in der Botanik, daß die Mehrzahl der Schriftsteller Tatsachen einfach zusammentrugen, ohne ihre theoretische Verwertung genügend durchzuführen oder auch nur zu versuchen.«

Diese schon 1875 ausgesprochene Warnung hat vor dem Hintergrund der heute verfügbaren Computertechnologie sogar an Aktualität gewonnen. Wer die modernen Techniken zum planlosen Datensammeln einsetzt, wird wenig erreichen, auch wenn die eingesetzte Technik noch so beeindruckend wirkt. Der Gefahr, sich vom apparativen Aufwand beeindrucken zu lassen und Meßergebnisse oder Einzeldaten mit Antworten auf Fragen zu verwechseln, steigt mit der Größe der Apparatur. In der Systematik ist manche Arbeit durch die Verwendung des Rasterelektronenmikroskops salonfähig geworden, die sonst kaum Chance auf Veröffentlichung gehabt hätte. Das hier in der Speziellen Botanik erfundene böse Wort von der »apparativen Relevanzverstärkung« hat einen realen Hintergrund, der auch nicht auf die systematische Botanik beschränkt ist; schließlich gilt der vorher zitierte Julius Sachs als Begründer der modernen Pflanzenphysiologie.

Der rote Faden droht aber gerade in jüngster Zeit durch die erreichten Fortschritte in der Systematik verlorenzugehen. Die Familie der Liliengewächse wurde zum Beispiel in den letzten Jahren völlig neu umschrieben. Was für meine Lehrer in einer einzigen Familie zusammengefaßt war, zerlegen viele heute in mehr als dreißig Familien. Das hat zur Folge, daß Daten, die über die Liliaceen in der Literatur zusammengetragen sind, vielfach Taxa betreffen, die heute meistens (aber nicht immer) in ganz ande-

re Familien gestellt werden. Wenn heute zwei Botaniker von »Liliaceen« reden, kann es also sein, daß sie ganz verschiedene Dinge meinen. Solche Änderungen am System werden vielfach bejammert, weil sie in der Tat zu einer babylonischen Verwirrung führen können. Andererseits sind diese Änderungen, wenn sie eine Verbesserung der Voraussagekraft des Systems zur Folge haben, ja gerade das Ziel unserer Arbeit und damit völlig unvermeidbar.

Solche Änderungen zeigen aber, daß das Gebäude der Systematik aus einem sehr komplizierten Geflecht von Fakten, Verallgemeinerungen und nützlichen Vorurteilen besteht. An diesem Gebäude wird quasi gleichzeitig auf allen Stockwerken gebaut und umgebaut, und bei dieser Arbeitsweise kann es dann passieren, daß die oberen Stockwerke keine richtige Verbindung zum Fundament mehr haben. Während ein Haus unter solchen Umständen einfach einstürzt, sind die Gebäude der Botanik hier erstaunlich haltbar, besonders in großen Sammelwerken und in Lehrbüchern. Oft muß sogar ein solches Lehrgebäude trotz bekannter Fehler in Ermangelung einer Alternative weiterbenutzt werden. Man muß dann das Ganze oder wenigstens einen Abschnitt, der sicher eine natürliche Einheit darstellt, völlig überarbeiten. Das sind große Aufgaben, und nur wenige wagen sich daran.

Ich möchte diese Wissenslücken nach ihren Ursachen und nach den Mitteln, mit denen sie geschlossen werden können, etwas unterteilen. Wir haben heute Methoden zur Verfügung, die zwar sehr leistungsfähig, aber auch sehr zeit- und kostenaufwendig sind und sich daher kaum für ein breit angelegtes Screening eignen. Zu diesen Methoden gehören viele genetische Techniken, unter anderem die Sequenzierung von DNA. Die Chloroplasten-DNA hat sich als ein Merkmal erwiesen, das hier sehr gute Dienste leisten kann, und für verschiedene Pflanzengruppen laufen entsprechende Forschungsprojekte, so zum Beispiel für die Familie der Aronstabgewächse, wo man auf diese Weise die verwandtschaftlichen Beziehungen der Gattungen analysieren will. Bedingt durch den methodi-

schen Aufwand, können von jeder der über 100 Gattungen nur sehr wenige, oft nur eine einzige Art analysiert werden. Ein weiteres, ganz banal erscheinendes Problem ist, daß man für solche Untersuchungen lebendes Material braucht. Das ist oft nur unter großen Schwierigkeiten zu bekommen, und manche im Sinne unserer Fragestellung wichtigen Arten sind nur von wenigen oder gar nur einem einzigen Herbarbeleg bekannt. Das ganze funktioniert auch nur dann, wenn der oder die ausgewählten Vertreter der einzelnen Gattungen auch wirklich repräsentativ sind, das heißt, wenn bereits verlässliche systematische Vorarbeiten hinsichtlich der Umgrenzung der Gattungen vorliegen. Damit die gefundenen Ergebnisse später einer Überprüfung unterzogen werden können, ist es nötig, Belegexemplare der untersuchten Arten zu hinterlegen. Es ist ja immerhin denkbar, daß eine untersuchte Pflanze falsch bestimmt war. Nur mit Belegen ist überprüfbar, ob abweichende Ergebnisse ihre Ursache in großer innerartlicher Variabilität, in mangelhafter Ausführung der Untersuchung oder in Bestimmungsfehlern haben. Man stelle sich einmal vor, ein Organischer Chemiker müßte nach seinen Untersuchungen ein bißchen Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und so weiter hinterlegen, damit man hinterher auch sicher sein kann, daß das wirklich Kohlenstoff ist, wozu er Kohlenstoff sagt. Genauso ist es aber in der Biologie, und die riesigen Sammlungen sind nicht eine Marotte der Biologen, sondern eine prinzipiell unvermeidbare Notwendigkeit.

Manchmal ergeben sich ganz unerwartet neue Ansätze für Untersuchungen. Viele Pflanzen verfügen zum Beispiel über einen speziellen genetischen Mechanismus, um Selbstbefruchtung zu vermeiden. Die S-Gene, die für diese sporophytische Inkompatibilität verantwortlich sind, mutieren sehr leicht. Das ist evolutiv nützlich, denn je mehr verschiedene Gene in einer Population vorhanden sind, desto mehr fertile Kreuzungsmöglichkeiten gibt es. Es war einigermaßen überraschend, daß große Abschnitte vor allem an den Enden dieser S-Gene für ganze Verwandtschaftsgruppen übereinstimmend sind

und sich vermutlich mit Erfolg für systematische Fragestellungen einsetzen lassen.

Andere Ansätze ergeben sich aus der Morphogenese von wichtigen Pflanzenteilen, z.B. der Blüte. Wir wissen inzwischen, daß vieles, was am Ende gleich aussieht, auf ganz verschiedenem Weg entstanden ist, und daß umgekehrt Dinge, die am Ende verschieden aussehen, im Grunde nur verschiedene Entwicklungsstufen eines übereinstimmenden Entwicklungsganges sind. Entsprechend dem gern auch etwas überstrapazierten biogenetischen Grundgesetz liegt solchen Reihen oft eine Annahme über die Phylogenie des entsprechenden Merkmales zugrunde.

Gerade auf diesem Gebiet liegen die besonderen Verdienste von Focko Weberling. In Fortführung der Arbeiten seines Lehrers Wilhelm Troll hat er morphologische und morphogenetische Studien benutzt, um zunächst Formzusammenhänge und dann darauf aufbauend auch stammesgeschichtliche Zusammenhänge innerhalb von taxonomischen Gruppen zu ermitteln. Lange Zeit sind diese Arbeiten im angelsächsischen Bereich weitgehend ignoriert worden, und Weberling hat sich nicht nur einmal darüber beklagt, daß deutsche Publikationen in Amerika nicht gelesen werden. Ich habe mir deshalb vorgenommen, solche Dinge auf Englisch zu publizieren. Ich bin dabei aber auf erhebliche sprachliche Probleme gestoßen. Das deutsche Wort »Oberblatt« oder »Unterblatt« bezeichnet einen durch seine Entwicklungsweise abgrenzbaren Teil eines Blattes. Versucht man das mit »upper leaf« oder »lower leaf« zu übersetzen, so wird daraus ein oberes oder unteres Blatt, und das ist nun eben etwas anderes. Die reine Beschreibung »distal part« oder »proximal part« umfaßt nicht den morphogenetischen Aspekt des Begriffes »Oberblatt« oder »Unterblatt« und ist daher auch untauglich. Ich bin davon ausgegangen, daß dieses Problem entweder irrelevant ist, oder daß es englischsprachige Kollegen auch haben, und habe dort um Rat gefragt. Das Problem war schon bekannt und eine einfache Lösung dafür gefunden: Es werden die deutschen Begriffe im englischen Text benutzt. So wie

»Gestalt« schon lange ein englisches Wort geworden ist, werden es jetzt auch »Oberblatt« und »Unterblatt«, und auch solch seltsame Konstrukte wie »Vorläuferspitze« werden zu englischen Fachwörtern. Es kommt also doch nicht auf die Sprache an, sondern auf ein brauchbares theoretisches Konzept.

Verbesserungen der Kenntnisse in der Morphologie und Morphogenie können eine entscheidende systematische Bedeutung erlangen. So hat zum Beispiel der Wiener Morphologe Walter Leinfellner behauptet, Staubgefäße seien diplophylle Blattorgane. Vereinfacht dargestellt hat er angenommen, Staubgefäße seien ursprünglich schildförmige Blätter gewesen, an deren Rändern sich die Pollensäcke entwickeln. Durch Reduktion entstünden daraus dann Staubblätter, wie wir sie kennen. Das klingt zunächst sehr abstrus und ist, wie wir heute wissen, auch tatsächlich falsch. Es hat aber sehr einfach erklärt, warum wir immer gerade vier Pollensäcke an einer Anthere finden. Außerdem hat das Konzept verlangt, Antheren mit langen sterilen Konnektiv-Fortsätzen, wie wir ihnen bei *Paris quadrifolia* begegnen, als abgeleitet zu betrachten. Demgegenüber hat man die normalen Formen wie etwa in einer Apfelblüte als ursprünglich angesehen. Dieses »Diplophyllie«-Konzept für die Antheren ist durch Untersuchungen von Leins und Boecker (1981) endgültig widerlegt worden, und zwar genau an den Arten, an denen Leinfellner es aufgestellt hat. Das wäre alles eigentlich etwas für ein morphologisches Spezialpraktikum und nicht wert, hier in diesem Rahmen erwähnt zu werden. Ich habe es dennoch getan, weil man in neuen Lehrbüchern die Leinsschen Arbeiten zwar im Literaturverzeichnis finden kann, die alte und nachgewiesenermaßen falsche Hypothese aber immer noch uneingeschränkt vertreten wird. Es wäre nicht einmal damit getan, den Fehler in morphologischen Lehrbüchern zu korrigieren. Wir müssen das ganze Gebäude der Systematik daraufhin überprüfen, welche anderen Dinge auf dieser nun unbrauchbar gewordenen Hypothese aufbauen und nun ebenfalls revidiert wer-

den müssen. Die Systematik arbeitet mit einer Vielzahl von solchen Hypothesen, und diese Hypothesen stehen auch nicht isoliert nebeneinander, sondern in manchmal recht komplizierter Beziehung zueinander.

Ein weiteres Beispiel für die Langlebigkeit zweifelhafter Hypothesen ist die noch in allen Lehrbüchern enthaltene Behauptung, die Bestäubung durch Käfer sei stammesgeschichtlich ursprünglich. Das hat gut zu der Auffassung gepaßt, die Magnoliengewächse seien die ursprünglichsten Blütenpflanzen. Erst durch die Untersuchungen von Prof. Gerhard Gottsberger, der nun als Nachfolger von Focko Weberling nach Ulm gekommen ist, wurde deutlich, was für ein kompliziertes Syndrom von verschiedenen Merkmalen Käferblütigkeit in diesen Gruppen ist. Ungefähr gleichzeitig mehrten sich durch andere Untersuchungen die Anzeichen, daß die Magnoliaceen in mancher Hinsicht gar nicht so ursprünglich sind, wie man lange Zeit gedacht hat. Die Ursprünglichkeit von Käferblütigkeit und Magnoliaceen sind offenbar zwei Hypothesen, die sich zwar gegenseitig stützen, gegen die aber ansonsten immer mehr Fakten zu sprechen scheinen. Baumförmige Magnoliales werden von ihrer Position als ursprünglichste Blütenpflanzen in neuester Zeit immer mehr von dem sogenannten »palaeoherb« (Donoghue & Doyle 1989) verdrängt. Wie der Begriff zeigt, stammt die neue Hypothese krautiger Arten als Stammform der Blütenpflanzen aus dem angelsächsischen Raum. Auch ohne Sprachbarrieren wird hier gern übersehen, daß die Hypothese bereits vor rund 70 Jahren von der englischen Botanikerin Agnes Arber formuliert wurde.

Man kann seine Verbesserungen am System der Pflanzen testen, indem man Vorhersagen über irgendwelche Eigenschaften macht und prüft, ob sie zutreffen. Nützlich für den Fortschritt in der Systematik ist das nur, wenn die Antwort, die man aus solchen Untersuchungen erhält, eine Entscheidung zwischen verschiedenen Konzepten erlaubt. Um hier die richtigen Fragen zu formulieren, ist eine sehr genaue

Kenntnis sowohl der bekannten Fakten als auch des komplexen Gefüges der zugrunde liegenden theoretischen Konzepte erforderlich. Aus dem gerade Gesagten ergibt sich auch, daß die manchmal vorgenommene Unterscheidung zwischen einer experimentellen Botanik (Physiologie) und einer deskriptiven Botanik (Systematik) in dieser Form sicher falsch ist. Es spielt unter erkenntnistheoretischen Gesichtspunkten keine Rolle, ob eine zu beobachtende Situation oder ein zu beobachtender Vorgang künstlich, also experimentell, herbeigeführt wird, oder ob man die Beobachtung an vorhandenen Objekten und Vorgängen durchführt. Entscheidend ist unter diesen Gesichtspunkten nur, ob wirklich eine Frage vorliegt und ob sie auf der Basis der Beobachtung entschieden werden kann.

Wenn verschiedentlich Zweifel an der Existenzberechtigung der Systematik laut werden, dann liegt das möglicherweise nicht daran, daß Systematik nicht modern oder nicht experimentell ist, sondern daran, daß nicht erkennbar ist, welche Fragen da eigentlich beantwortet werden sollen. Es muß an dieser Stelle nicht eigens betont werden, daß nicht jeder grammatikalisch richtig formulierte Fragesatz auch automatisch ein lösenswertes biologisches Problem beinhaltet. Ich bin fest davon überzeugt, daß, wenn diesem Problem mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird, viele Untersuchungen für Außenstehende in ein anderes Licht gerückt und nur wenige Untersuchungen wirklich als »l'art pour l'art« überflüssig erscheinen werden.

Eine andere Art von Problemen, mit der sich die Systematik heute auseinandersetzen muß, hat mehr historische Ursachen. Die Kenntnis vieler neuer Arten verdanken wir Aktivitäten der Kolonialzeit. Auf den verschiedenen Kontinenten und teilweise in verschiedenen Ländern eines Kontinents waren zwangsläufig verschiedene Botaniker tätig. Sie haben die neuen Arten beschrieben und benannt. Die Konsequenz dieses Verfahrens ist, daß Arten, die verschiedenen Gebieten gemeinsam sind, aus historischen Gründen in diesen Gebieten verschiedene Namen haben. Überall, wo unsere Evolutionssze-

narien solche geographischen Daten verwenden, kommen wir zwangsläufig zu falschen Ergebnissen. Ein einzelner hat kaum die Möglichkeit, das ganze Pflanzenreich neu zu bearbeiten. Wenn man die Aufgabe teilt, gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Möglichkeiten: eine regionale Teilung oder eine Teilung nach Taxa. Die erste Lösung war und ist immer noch die verbreitetste; zunächst war sie es aus praktischen Gründen, heute ist sie es offenbar aus politischen Gründen. Es gibt große Florenprojekte in verschiedenen Ländern. Geldgeber lassen sich relativ leicht davon überzeugen, daß es wichtig ist zu wissen, was im eigenen Land wächst. Daß es aber wichtig ist zu wissen, wo diese Arten sonst noch vorkommen, wo sie im Lauf der Erdgeschichte hergekommen sind und so weiter, wenn man wissen will, warum sie da sind und wann, warum und wohin sie vielleicht einmal vorübergehend oder für immer verschwinden - das ist nur schwer zu vermitteln.

Die Aufteilung der Arbeit nach Taxa ist vor diesem Hintergrund in verschiedener Hinsicht leistungsfähiger. Wir werden in Zukunft in der Systematik eine verstärkte Hinwendung zu solchen weltweiten Monographien brauchen. Aber nicht nur in der Unterteilung der Arbeit wird sich eine Änderung ergeben. Parallel wird eine Änderung der Stoßrichtung in der Systematik erfolgen.

Wir bekommen heute nicht mehr ganze Schiffsladungen von neuen Arten auf den Tisch geworfen, wie das in der Kolonialzeit der Fall war. Es werden zwar auch heute noch viele neue Arten beschrieben, und das wird sich auch auf abschbare Zeit nicht ändern. Es sind aber verglichen mit früher weniger neue Arten, und es sind weniger spektakuläre Dinge darunter. Die unterteilende, klassifizierende Arbeitsweise in der Systematik hat mit ihren Typologien ein so leistungsfähiges Ordnungssystem entwickelt, daß mancher, der nichts von Systematik versteht, meint, die Systematik sei als Schublädchenwissenschaft jetzt fertig und habe nichts mehr zu tun. Die unter dem Druck der Fülle in der Vergangenheit zur Perfektion entwickelte untertei-

lende Arbeitsweise wird nun zugunsten einer Systematik zurückgedrängt werden, die sich mehr für die Zusammenhänge interessiert. Diese Systematik hat zwar in erster Linie die stammesgeschichtlichen, also historischen Zusammenhänge im Auge. Um sie herzustellen, muß man aber erst in der Lage sein, solche Zusammenhänge von ökologischen, physiologischen und anderen möglichen Zusammenhängen zu unterscheiden. Das bedeutet, daß eine moderne Systematik in ihren Fragestellungen und in ihrer Methodenauswahl ungeheuer vielfältig sein kann und eigentlich sein muß. Da die erforderliche Vielfalt der Methoden in der Regel die apparativen Möglichkeiten eines einzigen Instituts ebenso überfordert wie die methodischen Fertigkeiten seiner Mitarbeiter, hängt moderne Systematik in besonderem Maß von einer konstruktiven Zusammenarbeit mit anderen, auch nichtsystematischen Instituten ab.

Die Ziele der systematischen Botanik sind also unverändert aktuell. Eine Abschaffung oder generelle Neuorientierung der Systematik ist nicht erforderlich, wohl aber eine Verschiebung der Arbeitsschwerpunkte von der teilend ordnenden Ausrichtung weg zu einer die Zusammenhänge suchenden synthetischen Arbeitsrichtung. Diese sicher notwendige Änderung bedeutet keine Kritik an den Systematikern der Vergangenheit, sondern markiert im Gegenteil das Ende einer erfolgreichen Epoche. Das Ende dieser alten und der Anfang der neuen Epoche sind in verschiedenen Instituten verschieden terminiert. Große Museen wie Missouri Botanical Gardens oder Kew Gardens unternehmen noch immer große Sammelreisen, und die teilend

ordnende Arbeitsweise hat hier weiterhin eine größere Bedeutung. Kleinere Institute ohne angegliedertes Museum sind schon früher mehr zur Zusammenhänge suchenden Arbeitsweise übergegangen. Gerade auf diesem Gebiet liegen die besonderen Verdienste der von Focko Weberling begründeten Abteilung Spezielle Botanik in Ulm. Wenn wir zurückblicken auf 20 Jahre Spezielle Botanik in Ulm, dann dürfen wir stolz sein auf das, was hier geleistet wurde. Wenn wir in die Zukunft blicken, dürfen wir froh sein, daß die klassische Spezielle Botanik hier erhalten geblieben ist. Ich bin sicher, daß es gelingt, der Systematik neue Impulse zu geben und ihr allgemein wieder das Ansehen zu verschaffen, das die Ulmer Spezielle Botanik an vielen Orten hat und sicher auch künftig haben wird.

Literatur

- Dahlgren, R.T.M., Clifford H.T. & P.F.Yeo* (1985): The Families of the Monocotyledons. Berlin, Springer
- Donoghue & Doyle* (1989): Phylogenetic analysis of angiosperms and the relationship of Hamamelidae. In Crane & Blackmore (eds.) Evolution, systematics and fossile history of the Hamamelidae.
- Endress, P. K.* (1991): Aktuelle Probleme in der Pflanzensystematik. Bot. Helv. 101(2):235-244
- Krause, E.* (1866): Die botanische Systematik in ihrem Verhältnis zur Morphologie. Voigt, Weimar
- Leins, P. & Boecker, K.* (1981): Entwickeln sich Staubblätter wie Schildblätter? Beitr. Biol. Pflanzen 56: 317-327
- Suessenguth, K.* (1938): Neue Ziele der Botanik. J. F. Lehmanns Verlag, München