



# T A G U N G

## 3,5 MILLIARDEN JAHRE

## BIODIVERSITÄT

(September 2001 an der Universität Oldenburg)

### Podiumsdiskussion

## „PERSPEKTIVEN DER BIOLOGISCHEN SYSTEMATIK“

---

PROF. NAUMANN:

Wir wollen heute versuchen, unter dem Stichwort „*Perspektiven der biologischen Systematik*“ eine Podiumsdiskussion zu veranstalten, in die wir aber auch gerne Sie mit einbeziehen möchten. Ich habe vorgeschlagen, dass wir 4 Topics anzusprechen versuchen, nämlich einmal eine Art Lagebestimmung der Systematik und der Biodiversitätsforschung heute: Ist das eine Herausforderung für die Wissenschaft, ist es das auch für die Politik? Ich würde gerne in einem zweiten Fragenkomplex auf die methodischen Herausforderungen eingehen, die sich für die biologische Systematik heute stellen. Dann möchte ich gerne, dass wir einmal darüber sprechen, was denn eigentlich die Nutzer von Biodiversitätsinformationen erwarten, die der Systematiker, der Phylogenetiker erarbeitet hat. Was und welche Art von Informationen brauchen sie, wie muss sie strukturiert sein? Was mir ganz besonders am Herzen liegt, ist die

Frage, wie sieht es denn mit dem Nachwuchs aus? Erstens, haben wir überhaupt noch Nachwuchs? Ich glaube, das ist ziemlich gut für den beantwortbar, der diese Tagung besucht. Zweitens aber auch, welche Chancen hat der Nachwuchs, was wird ihn im Beruf erwarten und mit welchen Mitteln wird er sich auseinandersetzen müssen? Ich denke, die Wissenschaftslandschaft ist in einer so starken Umstrukturierung, dass man frühzeitig darüber sprechen sollte.

Ich darf Ihnen ganz kurz noch die heutigen Sprecher vorstellen und fange mal dort drüben auf der linken Seite an: Da ist Herr Prof. Mosbrugger vom Paläontologischen Institut in Tübingen. Er ist Paläobotaniker, und ich freue mich, dass er hier ist, weil ich glaube, dass für mich und alle, die heute hier sind, eigentlich ganz klar ist, dass Paläontologie nichts anderes als eine verlängerte Form der Biologie ist, eine vertiefte Form der Biologie (wo sind die Rezentbiologen, die so etwas sagen?). Dann darf ich Ihnen Herrn Prof. Joachim Kadereit, Professor für Systematische Botanik an der Universität in Mainz, vorstellen. Neben mir sitzt Prof. Konrad Fiedler, ein Zooökologe von der Universität Bayreuth mit, ich sage mal, guten Beziehungen zur Systematik oder guten Interessen an der Systematik. Auf der rechten Seite sitzt Prof. Diethard Tautz, der sich als Molekulargenetiker sehr intensiv mit Fragen der Evolutionsbiologie, aber auch der Phylogenetik auseinandergesetzt hat, und aus seinem Bereich sind hier ja auch Arbeiten vorgetragen worden. Und zum Schluss haben wir Herrn Prof. Wägele von der Universität in Bochum, der den Lehrstuhl für Spezielle Zoologie (glaube ich, heißt der dort) inne hat und den Sie alle ja zwischen zwei Buchdeckeln kennen unter dem Titel „Phylogenetische Systematik“.

So. Es sollte so sein, dass die Diskussionsteilnehmer die Chance bekommen, kurz auf die wichtigen Themen einzugehen und sozusagen ein Eingangsstatement abzugeben. Und, ich würde sagen, da fangen wir mal ganz hinten bei Herrn Mosbrugger an und gehen dann hier die Reihe durch.

#### PROF. MOSBRUGGER:

Ich weiß natürlich nicht, ob ich als Paläontologe der Geeignete bin, das Thema einzuleiten, aber ich kann das eben, um die Reihenfolge nicht zu stören, kurz machen. Mein Thema muss natürlich sein, welche Bedeutung hat die Paläontologie letztendlich in diesem ganzen Komplex Biodiversität und Biodiversitätsforschung. Lassen Sie mich sagen, ich denke, es gibt vier Gründe, warum es unstrittig ist, dass Biodiversität ein wichtiges Gut ist, warum wir Bio-

---

diversität heute schützen, warum wir uns dafür interessieren. Einerseits geht es um die genetischen Ressourcen, die im Laufe von vielen Millionen Jahren entstanden sind. Es geht aber auch um unsere Ökosysteme. Die Ökosysteme bestehen ja aus einzelnen Arten, sind also nichts, was ganz da ist, sondern was aus einzelnen Teilen besteht. Es geht aber auch, wenn Sie so wollen, um eine Ästhetik der Natur. Wir alle wissen, dass Diversität auch immer einen besonderen ästhetischen Reiz hat. Monokulturen sind für uns nicht so attraktiv. Es geht offensichtlich auch um eine Art biologischer Ethik, wenn wir Biodiversität schützen, also um so etwas wie Ehrfurcht vor dem, was im Laufe von Jahrmilliarden entstanden ist. Das sind die Gründe, warum wir Biodiversität als wichtiges Gut ansehen und warum wir es schützen wollen. Auf der anderen Seite wissen wir, verstehen wir ungeheuer wenig von dem, was Biodiversität ist, wie sie funktioniert, wie sie sich entwickelt. Ich möchte nur einige Punkte nennen, bei denen wir Probleme mit dem Verstehen haben. Da geht es einerseits darum zu begreifen, was Biodiversität steuert. Wo habe ich viel, wo habe ich wenig Arten? Wir verstehen wenig von der natürlichen Dynamik. Wie fluktuiert Biodiversität im Laufe der Zeit auch ohne den Menschen? Aber wir wissen natürlich auch viel zu wenig über das, was der Mensch momentan tatsächlich mit der Biodiversität tut.

Auch die grundsätzliche Bedeutung der Biodiversität für die vier Punkte, die ich vorhin genannt habe, wie etwa genetische Ressourcen, wie etwa auch Ästhetik, dafür wissen wir eigentlich noch nicht, wie wichtig uns Biodiversität ist. Wir haben das Gefühl, sie sei wichtig, aber wir können eigentlich noch nicht richtig wissenschaftlich beantworten, warum Biodiversität wichtig für Ökosysteme ist, warum Biodiversität wirklich so wichtig für die genetischen Ressourcen ist. Und schließlich gibt es das große Problem, dass man heute versucht, Biodiversität auch ökonomisch zu bewerten, d.h. was ist sie uns wirklich in Geld wert? Auch das ist eine Frage, die wissenschaftlich zur Zeit sehr aktuell ist.

Nun was kann die Paläontologie beitragen? Ich denke, die Paläontologie bringt als entscheidendes Element die Zeit mit ein. Die Zeit, die die Rezentbiologie nicht liefern kann. Und deswegen kann die Paläontologie, denke ich, vier wesentliche Beiträge leisten: Einerseits liefert die Paläontologie die präanthropogene Situation, also die Situation, bevor der Mensch aktiv eingegriffen hat. Wir leben in einer Zeit, in der es praktisch keine ungestörten Ökosysteme mehr gibt (vielleicht mit ein paar ganz, ganz wenigen Ausnahmen, wie etwa der Tiefsee) und wenn wir wissen wollen, wie die Ökosysteme ursprünglich aussahen, dann müssen wir eigentlich in die Erdgeschichte zurückgehen. Das kann man an vielen Beispielen

zeigen. Etwa wenn Sie an die Aufforstungsbemühungen in Brasilien, an die Araukarienwälder, denken, dann ist heute nicht mehr klar, wie Araukarienwälder ursprünglich im Süden Brasiliens wirklich ausgesehen haben. Zweiter Punkt ist, die Paläontologie gibt Informationen über die natürliche Dynamik der Biodiversität. Wenn wir heute die Biodiversität durch den Menschen sehr stark gefährdet sehen, dann wissen wir nicht, vor welchem Hintergrund das Ganze eigentlich geschieht. Worin besteht eigentlich die natürliche Dynamik der Biodiversität? Wir können die anthropogene Gefährdung eigentlich nur beurteilen vor dem Hintergrund der natürlichen Biodiversität. Dritter Punkt ist, die Paläontologie liefert den Zugang zu den Langzeitprozessen. Wenn Sie studieren wollen, wie Biodiversität gesteuert wird, dann sind in der Regel Langzeitprozesse gefragt. Es geht darum, wie stabil etwa Ökosysteme sind, wenn ich einzelne Arten herausnehme. Sie können sich ein Ökosystem wie ein Auto vorstellen. Wenn Sie einzelne Teile herausnehmen, funktioniert irgendwann das Auto nicht mehr. Gewisse Teile mögen Sie herausnehmen können, einen Sitz vielleicht oder einen Spiegel und das Auto läuft immer noch, aber irgendwann funktioniert es nicht mehr. Solche Untersuchungen müssen auch mit Ökosystemen gemacht werden. Das sind dann Langzeituntersuchungen, die die Paläontologie liefern kann. Und der vierte wichtige Punkt ist, die Paläontologie liefert Zugang zu nicht aktualistischen Systemzuständen. Wir alle wissen, dass sich die Erde dynamisch verändert. „Greenhouse world“ ist ein Schlagwort, das wir oft in den Tageszeitungen finden. Wenn wir uns dafür interessieren, welche Bedeutung solche Veränderungen für unsere Ökosysteme haben, für unsere Biodiversität, müssen wir eigentlich Analogzustände in der Vergangenheit untersuchen, d.h. die Paläontologie bietet die Chance, auch nicht aktualistische Systemzustände zu untersuchen. Aus diesen Gründen meine ich, ist in der Tat die Paläontologie integraler Bestandteil einer umfassenden Biodiversitätsforschung.

PROF. KADEREIT:

Es ist jetzt natürlich nicht leicht, dem, was gesagt worden ist, noch etwas hinzuzufügen. Herr Mosbrugger hat den offensichtlich angewandten Aspekt der Biodiversitätsforschung betont. Wir hängen in vielerlei Hinsicht von der Biodiversität ab und um beurteilen zu können, wie sich unter unserem Einfluss Biodiversität entwickelt, wie sich also der Teppich entwickelt, auf dem wir stehen, ist es selbstverständlich nötig, dass wir in der Lage sind, die heute und in der Vergangenheit existierende Biodiversität zu beschreiben. Unabhängig von diesem sicherlich jedem offensichtlichen angewandten Aspekt der Biodiversität ist Biodiversitätsforschung

selbstverständlich auch Grundlagenforschung und meines Erachtens qualitativ nicht anders als Grundlagenforschung in vielen anderen Bereichen, so dass die Biodiversitätsforschung in dieser Hinsicht keiner besonderen Legitimation im Vergleich zu anderen Wissenschaften bedarf. Wenn wir hinterfragen würden, warum Biodiversitätsforschung, würden wir mit gleichem Recht hinterfragen müssen, warum molekulare Genetik oder warum Tier- oder Pflanzenphysiologie? Hier bin ich eben der Meinung, dass die Legitimität der Biodiversitätsforschung als Grundlagenforschung eben so offensichtlich ist wie die in anderen Bereichen der Biologie bzw. in allen anderen Bereichen der Wissenschaften, die wir als Mensch betreiben.

**PROF. FIEDLER:**

Aus der Sicht eines Ökologen, der sich natürlich insbesondere mit funktionellen Zusammenhängen beschäftigt, möchte ich noch einen Aspekt betonen, der vielleicht in der aktuellen Diskussion um den Stand der Systematik ein bisschen zu kurz zu kommen scheint. Dieser Aspekt ist, dass wir natürlich nicht nur versuchen wollen zu beschreiben, wo es wie viel Biodiversität gibt oder durch einen historischen Rückblick vielleicht zu erschließen, warum sich diese Biodiversität dort in einer ganz bestimmten Art und Weise entwickeln konnte. Für uns als funktionell-mechanistisch denkende Ökologen kommt natürlich als zusätzliche Dimension der Versuch der kausalen Erklärung mit Hilfe von Experimenten hinzu. Und ich denke, das ist ein Bereich, in dem wir ganz große Defizite haben. Das wurde schon angesprochen. Wir wissen z.B. relativ wenig darüber, wie viel Biodiversität und welche Sorte von Biodiversität wir in einem bestimmten Ökosystem brauchen, damit es funktionieren kann. Solche funktionellen Erklärungen werden wir wahrscheinlich nur erreichen und mit einer vernünftigen wissenschaftlichen Stringenz untermauern können, wenn wir dahin kommen, dass wir die bisher überwiegend deskriptive Biodiversitätsforschung durch eine experimentelle ergänzen. Ansätze dazu gibt es schon eine ganze Reihe, aber eben relativ wenige im deutschen Sprachraum, relativ wenige in Mitteleuropa. Hier wird sich sicherlich in den nächsten Jahren etwas ändern müssen, wenn wir zu überzeugenden Argumenten beispielsweise Richtung Politik oder Gesellschaft kommen und sagen können wollen, wir brauchen ein bestimmtes Ausmaß an Artenvielfalt oder an funktioneller Vielfalt, damit ein Wald, damit ein Moor oder welches Ökosystem auch immer funktioniert. Zu dieser mechanistischen Analyse, denke ich, gehört unbedingt auch die mechanistische Analyse des Prozesses, der Biodiversität überhaupt generiert. Das ist natürlich Speziation, das ist Radiation, das

ist Kladogenese. Hier können wir gerade mit Hilfe moderner molekularbiologischer Techniken sehr viel mehr unmittelbare Einsichten in diese Prozesse gewinnen und, ich denke, hier liegt auch ein Defizit, das wahrscheinlich heute auch noch zu thematisieren sein wird. Wir müssen ein bisschen wegkommen von einer rein deskriptiven Grundlagenforschung, die wir unbedingt brauchen, die wir z.B. als Anwender in der Ökologie, darüber werden wir später noch zu sprechen haben, unbedingt in unserer täglichen Arbeit jedes Mal brauchen. Dennoch müssen wir versuchen, Biodiversitätsforschung noch viel mehr als eine moderne, experimentell- mechanistisch arbeitende und denkende Wissenschaft zu etablieren.

#### PROF. TAUTZ:

Da mache ich gleich weiter: Ja, ich glaube, die meisten Punkte, die ich auch gesagt hätte, sind eigentlich schon gebracht worden. Ich will vielleicht eher noch aus dem Nähkästchen plaudern, gerade um die Umsetzung dessen anzusprechen, was wir an Biodiversitätsforschung haben. Wir haben ja in den letzten Jahren einen sehr erfolgreichen Lobbyismus für Biodiversität gesehen, Dank an Herrn Naumann, aber auch andere waren daran beteiligt. Ein Ergebnis dessen war z.B., dass das BMBF eine große Menge Geld bereitgestellt hat, um diese Forschung zu unterstützen. Ich war mehr oder weniger von Anfang an ein Mitglied der Gutachterkommission, die zu entscheiden hatte, wohin das Geld geht. Es war eine breit besetzte Gutachterkommission, und eine der etwas frustrierenden Erfahrungen dabei war, na ja, wo stecken wir das Geld in der Größenordnung von 50 Millionen DM jetzt hin, welches sind eigentlich die heißen Felder, was müssen wir eigentlich unterstützen? Und wir sind tatsächlich in dieser Gutachterkommission zu keinem Ergebnis gekommen. Es war nicht klar, was eigentlich Biodiversitätsforschung ist. Das Ergebnis war dann, dass die erste Runde der Gelder für ein sog. *capacity building* vergeben wurde, womit interessante Standorte usw. erschlossen werden sollten, an denen dann interessante Fragestellungen verfolgt werden können. Ich glaube, das ist einfach die Situation, in der wir sind. Wir wissen, es ist irgendwo alles sehr wichtig, aber wir haben einfach noch nicht die Ansätze, nicht die wissenschaftlichen Konzepte, um etwas Überzeugendes zu leisten. Das könnte möglicherweise in den nächsten Jahren zu einer gewissen Krise führen, weil die Politik, die jetzt zunehmend mehr Geld dafür ausgibt, natürlich irgendwann auch Ergebnisse sehen möchte und idealer Weise, wie Politiker das gerne möchten, auch Handlungsanweisungen braucht, die wissenschaftlich begründet sind. Darüber müssen wir zunehmend nachdenken. Ich denke, die Systematiker sind da sicher auch aufgefordert, insbesondere nicht nur die beschreibenden

---

Aspekte im Hinterkopf zu haben, sondern auch die mechanistischen Zusammenhänge zu erkunden, die zu Diversität führen.

PROF. WÄGELE:

Ja, dann kann ich vielleicht noch einmal speziell auf die Systematik eingehen. Es ist ganz offensichtlich, dass in den letzten 6-7 Jahren die Systematik aus der Talsohle, in der sie sich befand, herausgekommen ist. Sie hebt also ab. Das hängt mit verschiedenen glücklichen Umständen zusammen. Zweifellos spielt die Biodiversitätsforschung dabei eine große Rolle. Aber es ist noch mehr. Es sind die Fortschritte der biologischen Technologien. Wir sehen, dass in zunehmendem Maße Entwicklungsbiologen z.B. mit ihren neuen Techniken Fragen stellen, die ohne einen Blick auf die Phylogenie nicht zu beantworten sind. Das gleiche trifft auf Physiologen zu, die z.B. entdecken, dass Arthropoden Atmungspigmente haben, die Hämocyanine, die mit Phenoloxidasen homolog sind, die außerhalb der Arthropoden vorkommen, und sie stellen sich die Frage, wie kommt es zu diesem Funktionswandel, was ist dort molekular passiert und wie kann man diese Beobachtung in phylogenetische Abläufe einordnen? Die Grenzen zwischen Phylogenetik, Entwicklungsbiologie, Physiologie, Ökologie, Populationsgenetik sind verwischt. Es gibt nicht mehr den Genetiker oder den Entwicklungsbiologen, sondern wir sehen, dass die Phylogenie ins Zentrum der Biologie gerückt ist. Deshalb mache ich mir auch keine Sorgen um die Systematik als solche.

Das Problem, das ich sehe, ist die Situation der Taxonomie. Wir sehen, dass zum Beispiel an naturhistorischen Museen eine ganze Reihe von Stellen in den letzten Jahren umgewidmet worden sind, weil ein gewisser Druck auch von außen auf diese Museen ausgeübt wurde. Wir müssen uns anders verkaufen, wir müssen neue Technologien anwenden, wir müssen neue Fragestellungen bearbeiten und die Folge davon ist, dass bestimmte Stellen gar nicht mehr für die reine Taxonomie zur Verfügung stehen. Dies ist umso bedauerlicher, als nicht nachvollziehbar ist, warum das geschehen ist. An den Universitäten ist die Situation noch schlimmer, weil an den meisten Universitäten gar keine Taxonomen mehr ausgebildet werden. Wir müssen aber auch zugeben, dass jemand, der nur taxonomisch gearbeitet hat, recht schlechte Berufsaussichten hat. Wir brauchen aber diese Taxonomen. Die Frage, die ich gerne stellen möchte, ist, wie können wir speziell der Taxonomie helfen, weil sie ja das ist, was wir entscheidend für die Biodiversitätsforschung brauchen, Fachkenntnisse, Leute, die in der Lage sind, Arten zu unterscheiden.

---

Ein weiteres Problem, mit dem wir wirklich zu tun haben, ist, dass wir die Erwartungen nicht erfüllen, die von außen an uns gestellt werden. Das hat Herr Tautz ja auch eben schon angesprochen. Wir sind viel zu langsam. Ich erlebe das, wenn wir eine Expedition mit einem Forschungsschiff gemacht haben. Wenn wir von Bord gehen, haben viele Arbeitsgruppen in ihren Aktentaschen schon mehr oder weniger die vollständigen Daten, die sie für ihre nächste Publikation brauchen. Sie haben Sonden ins Wasser gelassen, haben Chlorophyll gemessen, Salzgehalte usw.; das Ganze wird an Bord schon im Computer aufbereitet, so dass nur noch ein kleiner Text dazu geschrieben werden muss. Schon ist die erste Publikation fertig. Und dann blicken sie auf die Biologen, die an der Expedition teilgenommen haben und fragen, wo sind eure Ergebnisse? Wir aber haben erst einmal nur Töpfe mit Schlick und brauchen erst einmal ein ganzes Jahr, um daraus die Tiere auszusortieren. Dann brauchen wir noch weitere 3 Jahre um zu wissen, was in den Proben drin war. Das ist offensichtlich denen, die uns beobachten bzw. finanzieren, zu langsam. Wir müssen darüber nachdenken, ob wir nicht technische Möglichkeiten haben, diese Arbeit zu beschleunigen. Rein theoretisch gibt es diese Möglichkeiten. Ich sehe diese vor allem in zwei Bereichen. Das eine sind interaktive Bestimmungsschlüssel, illustriert, die auch auf dem PC laufen. Sie können einiges beschleunigen, erfordern aber unglaublich viele Investitionen. Der zweite Bereich, in dem auch, rein theoretisch, Möglichkeiten existieren, ist die moderne molekulare Biologie, die Identifikation von Arten mit Hilfe von Markern ermöglicht. Aber auch das erfordert unglaubliche Investitionen und vor allem die präzise Vorarbeit von Taxonomen, die klassisch arbeiten, weil man die Marker natürlich dem richtigen Namen zuordnen muss. Dies eröffnet eine Möglichkeit, Grundlagenforschung zu betreiben, deren künftige Anwendung unmittelbar einsichtig ist. Es ist nachvollziehbar, dass auf diesem Gebiet sehr viel getan werden muss und dass dabei sehr viele Taxonomen benötigt werden.

Ein weiterer Punkt ist, dass sich die Taxonomen zukünftig anders verkaufen müssen. Man darf sich nicht hinstellen und einen Vortrag halten, in dem nur erklärt wird, was Synonymien sind und wie man diese begründet. Das hat meist zur Folge, dass das Publikum einschläft. Dies sind zwar wichtige Fragen, die gelöst werden müssen, aber sie haben zur Folge, dass wir als Buchhalter und Handwerker bezeichnet werden. Von diesem Image müssen wir wegkommen. So ist die Realität, der wir uns stellen müssen. Zu diskutieren wäre, welche Möglichkeiten wir haben, dieses Image loszuwerden.



---

PROF. NAUMANN:

Ja, meine Damen und Herren, wenn es so ist, wie Herr Wägele es uns gerade dargestellt hat, dass man einen außerordentlich hohen Zeiteintrag braucht, um Biodiversität in einem größeren Lebensraum einigermaßen flächendeckend zu erfassen und zu bearbeiten, dann stellt sich eventuell auch die Frage, ob es sinnvoll ist, noch „all inventory“, „all species inventory“ zu betreiben, oder ob es eventuell nicht sinnvoller wäre, sich auf wenige Taxa, auf die aber mit sehr viel mehr manpower zu konzentrieren. Ich frage mal Herrn Fiedler dazu.

PROF. FIEDLER:

Unsere Erfahrungen aus einem Verbundvorhaben, das wir nun seit einigen Jahren in Ecuador in den Anden in einem extrem artenreichen Lebensraum betreiben, sind ganz klar, ein "all species inventory" ist dort absolut jenseits dessen, was mit den für Biologen verfügbaren Ressourcen jemals erreicht werden kann. Wir bräuchten wahrscheinlich Ressourcen in der Größenordnung, wie sie in der Raumfahrt benötigt werden. Das heißt, zumindest wenn wir funktionelle Fragestellungen bearbeiten wollen, - und das ist bei uns das Anliegen, wir wollen eben die Funktionsweise eines solchen Ökosystems Berg, Regenwald, wenigstens in den Grundzügen erfassen, - dann werden wir nicht umhin können, exemplarisch vorzugehen und uns bestimmte Schlüsselgruppen auszusuchen, wobei wir uns immer bewusst sein müssen, dass wir bei der Auswahl dieser Schlüsselgruppen schon gravierende Fehler gemacht haben könnten. Es wird unmöglich sein, sämtliche Organismen eines solchen Bergregenwaldes taxonomisch oder sogar ökologisch erfassen zu wollen. Um das mit einem einzigen Zahlenbeispiel zu illustrieren, das mir gerade gestern noch einer meiner Mitarbeiter mit auf den Weg gegeben hat: Allein in einer einzigen Nachtfalter-Familie, welche nun nicht unbedingt ein besonders spektakuläres Taxon ist, sind dort in einem kleinräumigen Waldgebiet etwas mehr Arten aufgefunden worden, als von derselben Nachtfalter-Familie in ganz Europa bekannt sind. Trotz zweier Jahre Aufsammlung ist es mit Sicherheit so, dass wir von dieser Nachtfalter-Familie vielleicht nur 40, 50, 60 % des realen Artenbestandes erfasst haben. Es ist also vollkommen klar, wollte man jetzt alle Insekten in einem solchen Lebensraum erfassen oder gar alle bodenlebenden Arthropoden oder gar alle bodenlebenden Metazoen, man wäre auf Jahrzehnte beschäftigt, ohne dass man der Funktionsweise dieses Systems in absehbarer Zeit sehr viel näher käme. Also, meine Schlussfolgerung daraus kann eigentlich nur sein, so wünschenswert an einzelnen Stellen, wo es langfristig möglich ist, solche "all species inventories" auch wären, die Realität, auch die Realität der Geldgeber,

---

wird uns zwingen, uns auf handhabbare Fragestellungen zu beschränken und nicht zu sagen, wir wollen alles kennenlernen. Das alles werden wir spätestens, wenn wir zu den Mikroorganismen kommen, einfach nicht erreichen können. Das ist nicht praktikabel.

PROF. NAUMANN:

Herr Kadereit, gilt das auch für die Botanik?

PROF. KADEREIT:

Sicher. Ich denke, dass ein "all species inventory" uns als Fernziel sicherlich nicht aus den Augen verloren gehen sollte, aber es ist sicherlich auch im Sinne dessen, was Herr Tautz vorhin angesprochen hat, außerordentlich wichtig, dass es zu koordinierten Aktionen unterschiedlicher Experten in unterschiedlichen Organismengruppen beispielsweise in einem Gebiet kommt, um dieses Gebiet erst einmal zu erfassen, und dann auf die von Herrn Fiedler beschriebene Art und Weise zu verstehen. Also, es ist sicherlich leichter, dem Geldgeber zu vermitteln, dass man Bestand und Funktion eines limitierten Gebietes verstehen möchte, als dem Geldgeber zu vermitteln, hier ist jemand, der über Cephalopoden arbeiten will, und dort ist jemand, der über Koniferen arbeiten will, und ein Dritter arbeitet über Arabidopsis und Verwandte. Also Koordinierung der Aktivitäten ist ganz, ganz entscheidend, wenn wir letztlich Fortschritte machen, und nicht weiter an einem Flickenteppich arbeiten wollen, den wir in den nächsten hundert, zweihundert oder dreihundert Jahren nicht als Ganzes zu sehen bekommen werden.

PROF. NAUMANN:

Ich denke es wäre sinnvoll, wenn wir auch ein Statement aus der Paläontologie dazu hörten.

PROF. MOSBRUGGER:

Die Paläontologie hat es insofern natürlich etwas einfacher, als wir nicht so mit Material überflutet werden, wie es etwa Rezentbotanikern oder Rezentzoologen passiert, wenn sie in tropische Regenwälder gehen. Das heißt, wir müssen unser Material aufwendig suchen, und wir gehen davon aus, dass wir ohnehin von dem, was existiert hat, nur einen geringen Prozentsatz der Biodiversität erfassen. Das heißt, unsere Ambitionen gehen natürlich ein biss-

---

chen stärker auch dahin, soviel wie möglich von dem, was überhaupt fossil erhalten ist, zu dokumentieren, taxonomisch, systematisch und phylogenetisch zu bearbeiten. Das heißt aber nicht, dass nicht auch die Paläontologen stärker, so wie es jetzt mehrfach angesprochen worden ist, Biodiversität prozessbezogen untersuchen müssen. Wenn man das tut, wird man sich immer auf einzelne Gruppe beschränken müssen, d.h. man interessiert sich meinetwegen für ein Ökosystem See und konzentriert sich auf bestimmte Gruppen in der Nahrungskette oder was auch immer. Das heißt, einerseits wird man ökologisch prozessorientiert arbeiten, aber trotzdem muss man in der Paläontologie natürlich weiter aktiv versuchen, die Artenvielfalt zu dokumentieren, denn Fossilien sind ein ganz entscheidendes Schlüsselement, um Phylogenie zu rekonstruieren, d.h. wirklich per se zu rekonstruieren, nicht nur ideelle gedankliche Linien zu ziehen, ohne tatsächlich auch die realen Organismen dokumentieren zu können.

#### PROF. NAUMANN:

Wenn das so ist, dann frage ich mich, und ich würde bitten, dass das auch mal auf dieser Seite weiter diskutiert wird, wie sollen oder wie können wir einen so kleinen Teil der vorhandenen Biodiversität exemplarisch untersuchen. Wenn wir dennoch eine Vielzahl von Lebensräumen gleichzeitig untersuchen müssen oder untersuchen wollen, vergleichen wollen, dann wäre es ja in vielen Punkten sinnvoll, diese Bemühungen so zu konzentrieren, dass wir vergleichbare Zielgruppen haben. Das heißt, dass Informationen, die erarbeitet werden, nicht nur mit taxonomischen und systematischen Methoden, sondern auch mit ökologischen Methoden in irgendeiner Weise eine gewisse Übertragbarkeit haben. Wie kann man das erreichen?

#### PROF. TAUTZ:

Ja gut, zur Übertragbarkeit, ich glaube, dazu müssen vielleicht andere Stellung nehmen. Ich möchte vielleicht zur Frage der Taxonomie noch einmal Stellung beziehen. Es ist natürlich völlig klar und das ist ja schon mehrfach gesagt worden, man kann mit den etablierten Methoden kein vollständiges "species inventory" machen. Aber man kann natürlich an neue Methoden denken. Insbesondere molekulare Methoden ergeben einen Zugang, der ganz andere Dimensionen erschließt. Ich denke vor allem an Kleinorganismen, die praktisch jetzt in der klassischen Taxonomie eher beiseite gelassen werden, bodenlebende Kleinorganismen oder Benthosorganismen, für die sich molekulare Methoden anbieten, die wirklich neue

Dimensionen erschließen. Wir machen zur Zeit Vorarbeiten in unserem Labor, bei denen sogenannte DNA-Chips benutzt werden, um mit einem einzigen Experiment von tausenden von Organismen Identität und Abundanz zu bestimmen. Das sind Dinge, die heute nicht nur technisch möglich sind, sondern die inzwischen auch mit relativ geringem Aufwand umsetzbar sind. Es ist natürlich eine völlig andere Art von Taxonomie. Man hat am Ende nur eine DNA-Sequenz, die immer wieder gefunden wird und von der man ganz grob weiß, welche Art von Organismus dahinter steht, ob das nun Nematoden oder Milben sind oder dergleichen. Man kennt nicht die eigentliche Spezies und insofern bleibt das natürlich sehr unbefriedigend. Andererseits, um den Stoffumsatz zu bestimmen - und Sie wissen ja, die Kleinorganismen machen oft einen großen Teil, wenn nicht den größten Teil der Biomasse aus, - können solche molekularen Methoden einfach von einer ganz anderen Seite her durchaus neue Dimensionen erschließen. Es ist damit vielleicht nicht ganz so hoffnungslos, auch an diese Gruppen heranzukommen.

#### PROF. WÄGELE:

Ich denke auch, dass neue Technologien zukunftsweisend sind. Sie erfordern aber eine intensive Kooperation zwischen denjenigen, die die Tiere wirklich kennen und denjenigen, die sie pürieren, chromatographieren und sequenzieren. Eine solche Kooperation ist die Voraussetzung und erfordert eine Menge Grundlagenforschung. Die meisten Bodennematoden und Bakterien und Pilze, die in einer Probe enthalten sind, haben wahrscheinlich noch gar keinen Namen, so dass man nur ein Indiz für die Diversität auf genetischem Niveau bekommt, ohne die Arten zu kennen. Es ist klar, dass man auf diese Weise sagen kann, wir haben hier 90 % unbekannter Arten, wie es die Mikrobiologen ja schon ausgiebig machen, aber über diese Arten erfährt man damit noch nicht sehr viel. Die angesprochene Kooperation muss in Zukunft ganz konzentriert betrieben werden. Vielleicht entstehen dann irgendwann kleine Maschinen, die man mit ins Gelände nimmt, in die man oben die Proben reinkippt und unten die Artnamen heraus bekommt. Dies ist theoretisch machbar.

Herr Naumann hat gefragt, wie wir in der Praxis vorgehen sollen, wenn wir erkannt haben, dass wir nicht in der Lage sind, global das Arteninventar zu erfassen. Die Lösung, die in der Praxis jetzt sichtbar wird, ist die Konzentration auf exemplarische Untersuchungen, d.h. auf ausgewählte Lebensräume, die repräsentativ sind für große Flächen auf diesem Planeten. Einen Anfang haben wir mit der Tiefseeforschung gemacht. Wir suchen uns Regionen aus,

die repräsentativ für die großen abyssalen Ebenen, also ab 5000 m Tiefe, sind. Etwa 50 % des Meeresbodens besteht aus solchen Flächen. Es ist unmöglich die Weltozeane insgesamt zu beproben. Wenn man alles zusammenzählt, kommt man auf wenige Quadratmeter, die bisher beprobt worden sind. Doch schon die reichen, um eine ganze Menge über den Zusammenhang zwischen Produktivität und Biodiversität zu erfahren. Da zeichnen sich Tendenzen ab. Wir wissen schon etwas über den Zusammenhang zwischen dem Alter der Ozeanböden und der Biodiversität. Auch gibt es wahrscheinlich einen Zusammenhang zwischen der Stabilität des Klimas und den Artenzahlen, denen man am Meeresboden begegnet. Es lassen sich also Arbeitshypothesen formulieren, die man dann durch ganz konkrete Untersuchungen an einem ausgewählten Ort überprüfen kann. Wir machen das zum Beispiel im Moment an zwei Orten im Südatlantik und in der Antarktis mit größeren Projekten, an denen über 20 Institute mit Spezialisten beteiligt sind. Das sind wahrscheinlich die Art von Projekten, mit denen man ganz gezielt die Taxonomie fördern kann, indem Nachwuchs ausgebildet wird, der im Rahmen dieser Projekte spezialisiert wird und es lernt, auch die Taxonomie, z.B. im Zusammenhang mit global change, zu verkaufen oder im Zusammenhang mit Fragen, die die Paläontologen und Biologen interessieren. Welchen Effekt hat das Auseinanderdriften der Kontinente auf die Biodiversität, das ist eine Frage mit vielfältigen Verbindungen. Sie erfordert, dass jeder einzelne Taxonom von seinem Hobby mal herunter- und aus dem kleinen Raum herauskommt, in dem er Jahrzehnte gesessen hat, und das er mal guckt, was eigentlich außerhalb seines Raumes passiert. Das ist ein Problem, das bei der jüngeren Generation nach meiner Ansicht nicht so ausgeprägt und störend ist, weil die Leute erkannt haben, dass sie sich verkaufen müssen. Aber andererseits haben wir eine ganze Reihe von Experten, die auch nicht auf eine Tagung wie diese kommen, die sich nicht darum kümmern, was so in der scientific community passiert, und dieses Problem müssen wir mit der Zeit loswerden.

PROF. NAUMANN:

Herr Fiedler hat vorhin gesagt, wir müssen mehr auf die funktionelle Seite der Organismen achten um zu verstehen, was in den Ökosystemen abläuft, und zwar eben mit Hilfe der Biodiversität. Funktionen sind gekoppelt an den Phänotyp, das heißt also, ich muss, wenn ich es richtig verstehe, den Phänotyp zumindestens einigermaßen sicher zuordnen können, und Herr Tautz hat auf der anderen Seite eben gesagt, der Genotyp, also die DNA-Analyse, ermöglicht eine eindeutige Zuordnung. Herr Tautz, wie kommen wir dahin, dass wir dieses

---

Wechselverhältnis zwischen den ökologischen Funktionen, die an den Phänotyp gekoppelt sind, und dem Phänotyp erreichen. Können wir da zukünftig auf den klassischen Taxonomen verzichten oder wie könnte die Entwicklung weitergehen?

**PROF. TAUTZ:**

Dieser Zusammenhang muss natürlich irgendwo hergestellt werden. Wenn Sie mit einer reinen DNA-Analyse anfangen, werden Sie erkennen, dass da bestimmte DNA-Sequenzen in irgendeiner Form interessante Muster zeigen, in welchen Abhängigkeiten auch immer Sie sie gerade studieren. Sie würden dann natürlich gezielt versuchen herauszufinden, welche Organismen das sind und welche Spezies eigentlich dahinter steht. Dabei, muss ich eigentlich sagen, brauche ich keinen Taxonomen, denn mit hoher Wahrscheinlichkeit, zumindest bei Kleinorganismen, wird er sowieso nicht weiterhelfen können. Das heißt, ich muss natürlich ein gewisses grundlegendes biologisches Wissen haben, um überhaupt zu verstehen, wie ich diesen Organismus finde und wie ich ihn dann vielleicht auch beschreibe, aber den klassischen Taxonomen würde ich dafür nicht brauchen. Brauchen tue ich hinterher einen Ökologen, der herausfinden kann, mit welchem anderen Organismen dieser Organismus interagiert, ob er ein Räuber oder Destruent oder was auch immer ist. Das sind eigentlich die Fragen, die sich dann stellen. Deswegen sehe ich in der Tat, dass die klassische Taxonomie zumindest für die Kleinorganismen (für die großen Organismen ist das noch etwas anderes), erstens bis auf wenige lobenswerte Ausnahmen ohnehin ja zur Zeit fast gar nicht existiert, und außerdem auch einen ganz anderen approach nötig hat. Für Großorganismen stellt sich die Frage völlig anders. Groß ist für mich dann aber Zentimetergröße oder so. Dafür ist in der Tat wieder anderes Wissen gefragt und dafür, denke ich auch, können die klassischen Taxonomen sehr gute Beiträge liefern.

**PROF. WÄGELE:**

Darf ich kurz widersprechen. Ich stelle mir das in der Praxis vor. Herr Tautz hat eine Bodenprobe, schickt sie durch so einen Apparat und bekommt Sequenzen heraus. Was wird er identifizieren können? Das ist jetzt die Frage. Er wird vielleicht feststellen, dass darin Nematoden sind und er wird auch feststellen können, dass es sich um 120 verschiedene Typen von Nematoden-DNA-Markern handelt. Was aber bedeutet das? Es bedeutet, dass vielleicht die Biodiversität höher ist an einem Ort, an dem man 80 statt nur 50 Markern findet. Nur, wie

---

interpretiere ich das jetzt weiter? Der Ökologe wird damit auch nichts anfangen können. Er wird sagen können, hier ist die Diversität höher, aber er weiß erst einmal nicht, ist es die Diversität auf Artniveau oder ist es intraspezifische Variabilität, ist vielleicht zufällig Sexualdimorphismus markiert worden? Weiterhin weiß der Ökologe natürlich überhaupt nicht, ob das eine räuberische DNA oder eine pilzfressende DNA oder eine algenfressende DNA ist. Der Ökologe braucht die Vorarbeit des Taxonomen, der die DNA den richtigen Arten zuordnet, auch wenn der Taxonom selber nicht in jedem Fall sagen kann, was dieses Tier macht. Doch da der gut ausgebildete Taxonom natürlich auch die übrige Literatur zu seinen Tiergruppen kennt, wird er sagen können, dieses Tier gehört zu einer Gattung, deren Arten sich überwiegend von Bakterien ernähren. Mit dieser Kombination wird man etwas anfangen können. Wenn also der gut ausgebildete Taxonom, der weiß, was das Tier macht, und der gut ausgebildete Molekularbiologe, der weiß, wie man die Marker gewinnt, ihre Daten an einen Ökologen weitergeben, dann kann der damit etwas anfangen. Nur mit den reinen DNA-Daten, glaube ich, ist ihm nicht gedient.

PROF. NAUMANN:

Wenn ich Sie richtig verstanden habe, Herr Tautz, dann geben sie die Carabiden an den Taxonomen weiter, weil die über einen Zentimeter groß sind, aber die Staphyliniden kippen Sie zukünftig in den EBI-Sequencer. Wäre ja eine Vision. Ich denke, so haben sie es sicherlich auch nicht gemeint. Aber ich würde gerne, dass wir diese Diskussion jetzt auch für Stellungnahmen aus dem Publikum etwas öffnen. Wir sehen, dass wir an einem kontroversen Punkt angelangt sind, und ich würde gerne fragen, gibt es dazu Stellungnahmen, Meinungen oder Fragen aus dem Publikum. Dort oben ist bereits die erste.

PUBLIKUM:

Ich glaube, wir machen einen Fehler, den wir in der systematischen Biologie immer gemacht haben. Wir betreiben eine Debatte, die nach außen absolut kontraproduktiv ist, indem wir Grenzen aufbauen zwischen denen, die molekulare Techniken anwenden, und denen, die mit weiß Gott was für Techniken, physiologisch, morphologisch oder wie auch immer arbeiten. Das ist ein Fehler. Ich bin gelegentlich ein sehr aggressiver Mensch und ich möchte hier unterstreichen, dass mich der Beifall eben gestört hat. Mich hat er deswegen gestört, weil wir damit noch einmal deutlich machen, wie verschieden wir intern sind, die wir doch alle ein

---

gemeinsames Ziel haben, nämlich Systematik in der Biologie zu betreiben. Es geht doch nicht darum zu sagen, ich arbeite mit Methode A) und weiß dies, und der andere, der mit Methode B) arbeitet, hat keine Ahnung. Das ist aber das Bild, das wir nach außen tragen, und das ist ein riesiger Fehler. Der Molekularbiologe beantwortet Fragen aus dem Bereich der systematischen Biologie, der Morphologe tut es, der Physiologe tut es. Wir müssen dahin, dass wir uns wechselseitig akzeptieren, wir müssen, wie Herr Wägele sagte, Teams bilden, damit wir irgendwie die biologische Vielfalt in den Griff bekommen. Ich möchte auch aufgreifen, was Herr Kadereit Schönes gesagt hat, wir müssen uns doch nicht legitimieren, warum wir Grundlagenforschung betreiben. Wieso denn?

Was wir tun, ist doch nicht nur legitim, sondern es ist auch sinnvoll. Ich bin Genetiker, ich muss mich auch ein bisschen outen, ich bin eigentlich von der ganzen Denkweise her Genetiker, über weite Strecken aber ich bin auch systematischer Biologe. Als Genetiker weiß ich doch, dass ich im Grunde genommen den Mosaikcharakter moderner Genome doch nur mitsamt der historischen Komponente verstehen kann. Wie soll ich denn sonst verstehen, wie so ein mosaikartiges Genom in einer zeitlichen Dimension entstanden ist. Dazu brauche ich die Molekularbiologie. Das ist doch ganz klar. Ich möchte wirklich ein ganz tiefes, deutliches Plädoyer für Gemeinsamkeit in der systematischen Biologie abgeben, sonst manövrieren wir uns selber ins Aus und niemand von außen wird uns helfen.

**PROF. NAUMANN:**

Hier vorne war ein weiteres Statement.

**PUBLIKUM:**

Es ist schon irgendwie Ironie, aber es ist schon wieder ein Ökologe, der sich jetzt zu Wort meldet. Ich denke, wir sind in manchen Dingen viel weiter, als das bisher herausgekommen ist und zwar auf der praktischen Seite. Ich komme aus der sehr angewandten Richtung (obwohl ich ursprünglich auch von der Uni herstamme), ich komme nämlich aus der Biologischen Bundesanstalt. Wir haben in der Praxis mit der Situation der im sog. Agrarökosystem beheimateten Organismen zu tun. Und wir sind speziell bei uns jetzt genau an dem Punkt, dass wir einerseits die Mikrobiologie methodisch einigermaßen im Griff haben und jetzt beim Sprung von Prokaryonten zu Eukaryonten die Pilze mit einbeziehen wollen. Dabei gehen wir zuerst den Weg von Herrn Tautz, indem wir exemplarisch mit der



---

DNA arbeiten, aber in einem uns sehr bekannten System und mit einem überschaubaren Spektrum von Pilzen, die wir zumindest vom Artnamen her vergleichsweise gut kennen. Diese steuern wir jetzt gezielt an und schauen, welche Sequenzen von ihnen konkret im Agrarökosystem vorhanden sind. Ich glaube, ein zweiter Punkt, der bei Ihnen auch schon angesprochen wurde, betrifft die Frage, ob es gelingt, speziell diese praktische Seite mit einzubeziehen. Dann kämen wir auch an Finanzmittel aus der Wirtschaft heran, die unseren Argumenten mehr Gewicht gäben. Das ist, glaube ich, ein wichtiger Punkt, den wir im Bewusstsein der Politik verankern müssen.

PROF. NAUMANN:

Danke. Da ganz oben ist eine weitere Stellungnahme.

PUBLIKUM:

Es ist ja schon ein bisschen angesprochen worden, dass die Biodiversitätsforschung eine sehr bunte Sache ist. Ich glaube, dass wir aufpassen müssen, dass wir nicht, indem wir die eine Ecke der Biodiversitätsforschung verteidigen, die andere Ecke versuchen auszugrenzen oder ihr die Existenzberechtigung abzuspochen. Heutzutage, da sich alles nur noch um Finanzen dreht, gilt es als opportun nachzuweisen, wie sehr man mit Biodiversitätsforschung das Bruttosozialprodukt steigern oder auch Krankheiten bekämpfen kann. Herr Mosbrugger hat es schon angesprochen, dass Biodiversitätsforschung doch auch einen ideellen Wert hat. Der ist früher meiner Meinung nach höher geschätzt worden, als es heute ist, aber da sind verschiedene Sachen am Werk. Die Biologen haben sich für die Biodiversitätsforschung interessiert, nicht weil sie das Bruttosozialprodukt steigern wollten. Solche Erwägungen kamen erst später hinzu. Es ist meiner Meinung nach eine wichtige Aufgabe der Biodiversitätsforscher, ihr unmittelbares eigenes Interesse auch in der Bevölkerung zu wecken und nicht immer nur auf die Anwendungsaspekte zu verweisen. Ein Grund für diese Vernachlässigung könnte darin liegen, wie die Biodiversitätsforscher arbeiten, dass sie halt einfach ein bisschen das vergessen, was die Leute tatsächlich an der Artenvielfalt interessiert bzw. interessieren könnte. Ein Problem, denke ich, liegt auch darin, dass früher sehr viel mit totem Material gearbeitet wurde und der Aspekt des lebenden Organismus, der ja eigentlich für Biologen im Zentrum des Interesses stehen sollte, vergessen wurde. Ich glaube, wir müssen jetzt ein bisschen aufpassen mit diesen neuen Methoden, z.B. mit der

---

Gensequenzierung, dass wir die Schnapsleichen nicht austauschen gegen Zahlentabellen und darüber wieder den Aspekt des lebenden Organismus vergessen, da meiner Meinung nach die Gensequenzen auch keinen in der Bevölkerung interessieren. Nur wenn Interesse in der Bevölkerung da ist, dann ist auch Interesse da, diese Forschung zu fördern. Meiner Meinung nach sind diese neuen Methoden prima Werkzeuge, mit denen auch in der Zukunft interessante Aspekte der Biodiversitätsforschung bearbeitet werden können, aber das ist nicht alles. Wir müssen wirklich aufpassen, dass durch diese neuen Möglichkeiten nicht alte Werte in Vergessenheit geraten, die mit der Biodiversitätsforschung verbunden sind.

#### PUBLIKUM:

Also, ich stelle mir dieses von Herrn Tautz gemalte Szenario vor. Wir entdecken eine neue Tiergruppe und können dann herausfinden, wie viele Arten dieser Gruppe in einem bestimmten Gebiet vorkommen, indem wir sie anhand ihrer DNA-Sequenz charakterisieren. Nur heißt das doch, dass ich jedes Mal, wenn ich mir das Tier wieder angucken will, es sequenzieren muss. Ich habe also keine Ahnung, wie das Tier optisch von anderen zu unterscheiden ist. Die Taxonomen brauchen wir dafür, um genau das zu ermöglichen. Wenn wir z.B. nicht wüssten, wie wir eine Biene von einer Hummel unterscheiden können, einfach weil keiner sich das Tier einmal morphologisch angesehen hat, müssten wir jedes Mal die Tiere, wenn wir in einem Gebiet untersuchen wollten, was sie da machen, einsammeln und sequenzieren, um zu erfahren, um welche Arten es sich handelt. Viel einfacher ginge das morphologisch und dafür brauchen wir die klassische, taxonomische Forschung, um Tiere überhaupt morphologisch unterscheiden zu können.

#### PROF. NAUMANN:

Danke schön. Jetzt haben wir hier vorne noch Herrn Prof. Königswald mit einer Wortmeldung und dann anschließend noch Herrn Schminke.

#### PROF. KÖNIGSWALD:

Ich möchte nicht sagen, dass es hier darum geht, die eine Seite gegen die andere auszuspielen. Aber es kommt mir ein bisschen so vor. Der eine sagt, ich mache moderne Methoden und alles andere ist altmodisch. Das Auge war ein verdammt gutes Werkzeug und ich glaube, wir

sind mit den klassischen Methoden durchaus ein großes Stück vorangekommen. Das muss aber nicht weiter so sein. Wir sollten die Frage ganz anders stellen: Nicht fragen, was kann der andere nicht, sondern wir sollten ein Ziel vorgeben und fragen, was kann wer dazu beitragen, und dann kann man plötzlich sagen, o.k., wenn man also irgendwelche sehr kleinen Formen sehr schnell sehr billig mittels der Sequenzierung erkennen kann, dann ist das ein wunderbarer Beitrag.

Herr Fiedler, ich wollte gerade aufgreifen, was Sie gesagt haben, nämlich, wir sollten auch Experimente machen, selbstverständlich. Denken Sie aber daran, dass die Natur diese Experimente seit 3,5 Milliarden Jahren gemacht hat und wir eine ganze Menge an Reaktionen im Langzeitversuch aus den Fossilien ablesen können. Wenn wir das mit einbeziehen, dann kriegen wir, glaube ich, ein sehr viel besseres Ergebnis, als wenn wir nur fragen, was kann ich jetzt mit meinem Ansatz grundlegend Neues machen. Ich glaube, es kommt darauf an, beides zusammenzufügen.

Und noch eine letzte Bemerkung. Herr Kadereit, Sie sagten, für unsere Grundlagenforschung brauchen wir uns nicht zu legitimieren. Ich gratuliere Ihnen dazu, Sie sind eingebettet in eine große Biologie, von der noch jeder überzeugt ist, dass sie wichtig ist. Die Paläontologie dagegen muss sich als Wissenschaft, ich würde sagen, wir sind auch eine Grundlagenwissenschaft, dennoch zur Zeit legitimieren und zwar gegenüber den anderen Geowissenschaften, die sagen, wir brauchen diese biologische Verseuchung der Erde nicht, wir können auch ohne. Wir brauchen die Paläontologie nicht. Und plötzlich kommt es sehr darauf an, dass uns zu unserer Legitimation etwas einfällt. Es war ein großer Fehler, den unsere Wissenschaft ein paar Jahre lang gemacht hat, zu sagen, wir sind einfach so wichtig, wir brauchen uns nicht zu legitimieren. Plötzlich bekommen wir jetzt die Quittung. Gerade aktuell wird die Paläontologie in Mainz gestrichen, auch die Paläontologie in Aachen und in Halle stehen im Begriff, den Bach runterzugehen, und dann wird die Sache schon bedenklich. Also, Sie haben völlig recht, man braucht diese Grundlagenwissenschaften, aber überlegen Sie sich die Legitimierung, auch wenn Sie sie jetzt noch nicht vorzutragen brauchen.

PROF. KADEREIT:

Also, ich bin da etwas missverstanden worden. Ich habe nicht gesagt oder wollte nicht sagen, dass wir uns nicht zu legitimieren brauchen. Ich wollte nur sagen, wir müssen uns nicht mehr

oder weniger legitimieren als die molekularen Genetiker oder die Physiologen das tun müssen. Dass wir Rechenschaft ablegen müssen, über das was wir machen, halte ich für ganz selbstverständlich.

**PROF. SCHMINKE:**

Wir vertreten nach außen, dass die Systematik die Wissenschaft der Vielfalt ist. Jetzt frage ich Sie, wollen wir wirklich das Ziel aufgeben, die gesamte Vielfalt auf dieser Erde zu erfassen? Das ist ein Ziel, das nicht leicht zu erreichen ist, aber es steht für mich außer Frage. Die Frage ist nur, wie können wir es erreichen? Jede andere Wissenschaft würde ihre Ziele auch nicht einfach aufgeben und sagen, wir beschränken uns auf einen Ausschnitt. Wenn wir sehen, was wir heute leisten können im Vergleich zu vor etwa 20 Jahren, dann haben wir größere Fortschritte gemacht, als wir damals vermutet hätten. Das Ziel ist nicht unerreichbar, noch sehr viel mehr zu erfahren von dem, was da ist. Wir müssen uns darüber im klaren sein, dass die große Vielfalt kleine Organismen sind, aber auch diese kleinen Organismen müssen wir erfassen, wenn es ernst gemeint ist, was schon angeklungen ist, dass wir Stammbäume brauchen, um auf phylogenetischer Basis Prozesse zu erklären. Wir werden also nicht umhin kommen, weiterhin die Vielfalt zu erfassen, damit wir Organismen finden, die an, wie soll ich sagen, strategischen Stellen solcher Stammbäume stehen und uns Zusammenhänge erkennen lassen. Ich sehe nicht ein, warum wir Ziele aufgeben sollten, statt uns lieber Gedanken darüber zu machen, wie wir sie erreichen können. Andere machen auch keine Abstriche.

**PROF. NAUMANN:**

Ich würde ganz gerne jetzt die Diskussion wieder hier vorne ins Podium zurück verlagern, Ihnen aber nachher noch einmal Gelegenheit geben, zu dem zweiten Abschnitt, über den wir noch diskutieren wollen, Stellung zu nehmen.

Was mir am Herzen liegt ist, den Eindruck zu vermeiden, dass wir hier einen Methodenstreit führen. Ich glaube, das ist immer tödlich für alle Wissenschaften gewesen, das haben inzwischen ja auch viele Einrichtungen in unserem Arbeitsbereich erkannt. Es gibt sowohl in der Paläontologie als auch in der Neontologie, es gibt bei Museen, es gibt an Forschungseinrichtungen bereits molekulare Labore und da wird sehr eng mit beiden Methoden, mit den klassischen und den modernen, zusammengearbeitet. Zu sagen, die einen seien besser und die

---

anderen schlechter, ist sicherlich nicht der Weg, der uns weiterbringt. Die Frage ist nur, wie wir uns gegenseitig ergänzen können. Dazu gibt es schon eine ganze Reihe von Ansätzen.

PROF. TAUTZ:

Das war für die Diskussion natürlich sehr schön, diese Polarisierung zwischen Taxonomen und Molekularbiologen zu machen. Aber ich möchte doch noch einmal darauf eingehen, dass auch die Molekularbiologen eine biologische Ausbildung haben. Es ist nicht so, dass diese keine Spezies mehr erkennen können. Also, insbesondere die Leute, die bei mir an molekularen Daten arbeiten, kommen fast durchgehend von der organismischen Seite. Es kommen eine ganze Reihe von Erstbeschreibungen von Spezies aus meinem Labor. Natürlich nicht mit meinem Namen dabei, weil das ja die jeweiligen Leute gemacht haben. Die haben gesehen, dass sie beides machen müssen, und ich warne davor zu sagen, die klassische Taxonomie brauchen wir auch noch, deswegen kümmere ich mich nicht um das, was auf der molekularen Seite vor sich geht. Es ist nicht so, dass wir plötzlich nicht wüssten, wo wir weitermachen sollten, wenn wir nur die Sequenz haben, und dass wir nicht verstehen können, was der Organismus macht. Also, das ist so ein Dummy, den wir so nicht sehen sollten.

PROF. NAUMANN:

Dann würde ich doch jetzt ganz gerne einmal auf die Frage zu sprechen kommen, wer sind die Nutzer von biosystematischen Informationen, und bereiten wir diese Informationen so auf, dass diese Nutzer mit unseren Produkten auch zufrieden sind? Herr Fiedler hat dazu ja vorhin schon einmal etwas gesagt, ich würde ihm gerne Gelegenheit geben, das noch etwas zu vertiefen. Was erwartet der Nutzer von biosystematischer Information, von dem Biosystematiker, der ja nicht nur als der Taxonom arbeitet, auch wenn er böswillig als der Börstchenzähler verschrien wird, sondern er arbeitet auch mit verschiedenen Methoden, und er kümmert sich auch um Phylogenie. Was wird in beiden Bereichen vom Ökologen oder auch von anderen Nutzern von Biodiversität erwartet?

PROF. FIEDLER:

Ich möchte dazu aus der Sicht eines Ökologen und Evolutionsbiologen ein paar Gedanken loswerden. Zum Beispiel in unseren tropenbiologischen Projekten erwarten oder wünschen wir uns Informationen aus dem Bereich der biologischen Systematik wirklich auf diesen

---

beiden Ebenen. Wir brauchen zum einen eine hervorragend vorbereitete Taxonomie, um die Organismen überhaupt ansprechen zu können. Jeder Ökologe, ob nun in den Tropen oder in einem anderen artenreichen Ökosystem arbeitend, wird immer zwingend darauf angewiesen sein, dass er die Taxa, die dort vorkommen und mit denen er zu tun hat, mit denen er vielleicht auch experimentieren will, einwandfrei ansprechen kann. Weil Fehlidentifikationen zu gravierenden Fehlinterpretationen führen müssen, brauchen wir Taxonomie in einer so aufbereiteten Form, dass wir mit Bestimmungsschlüsseln, - das können interaktive, moderne multimediale Dinge sein, das können klassische Monographien sein, sie müssen aber im wesentlichen gut recherchiert sein, - dass wir also mit solchen Schlüsseln in der Lage sind, die Organismen tatsächlich zu erkennen. Aber das ist eben nur die eine Seite dessen, was wir in der Ökologie an biologisch-systematischer Information benötigen für das aktuelle Zuordnen und Verstehen von den Systemen und Teilsystemen, mit denen wir zu tun haben.

Die phylogenetische Systematik bietet uns darüber hinaus noch einen ganz, ganz wesentlich anderen Fundus zum Verstehen, der uns auf historische Zusammenhänge zurückgreifen lässt. Phylogenetisch gut begründete Vorstellungen beispielsweise über Verwandtschaftsverhältnisse bei herbivoren Insekten lassen uns begründete und testbare Hypothesen über Interaktionen zwischen Insekten, die wir auffinden, und ihren möglichen Wirtspflanzen aufstellen, die wir dann im Experiment prüfen können. Das heißt, wenn wir eine gute Systematik haben, die uns nicht nur auf der Alpha-Taxonomie-Ebene sagt, das ist diese Spezies und das ist jene, und dabei wird das Borstenzählen vielleicht manchmal gar nicht vermeidbar sein, sondern uns darüber hinaus auch phylogenetische Information liefert, die ja auch eine genetische Information ist, dann können wir unglaublich viel damit anfangen. Und umgekehrt, wenn wir in einer Blackbox herumstochern müssen, wo uns der Taxonom nur sagen kann, das sei ein unaufgelöster Artenschwarm, dann werden wir uns natürlich sehr viel schwerer tun, in absehbarer Zeit vernünftige Fragen zu stellen, geschweige denn vernünftige Antworten darauf zu finden. Gerade im Spannungsfeld Evolutionsbiologie / Ökologie ist es ganz klar, dass wir auf beiden Ebenen diese Information der biologischen Systematik brauchen: die Taxonomie, um die Arten ansprechen zu können, und die phylogenetische und damit historische Komponente, um testbare evolutionsbiologische, makroökologische Hypothesen aufzustellen, die wir dann auch experimentell oder durch gezielte Beobachtungen verifizieren können.

PROF. NAUMANN:

Herr Fiedler, bietet denn die "systematic community" das Anforderungsprofil, das Sie eben beschrieben haben?

PROF. FIEDLER:

Das muss man sehr ambivalent beurteilen. Es gibt natürlich Bereiche, in denen leistet die Biosystematik das schon heute ganz hervorragend. Natürlich gibt es Tiergruppen, gibt es Pflanzengruppen, über die wir diese Information in bester Weise besitzen, und es gibt Regionen, wo wir ganz wunderbar arbeiten können. Wenn wir in die Tropen gehen oder wenn wir uns kleinen Organismen zuwenden, dann stoßen wir auf massive Defizite. Diese Defizite liegen natürlich auch in unserer eigenen Wissenschaftslandschaft begründet, in der Historie dieser Wissenschaftslandschaft, aber auch ein bisschen in der Zersplitterung. Für den anwendenden Ökologen beispielsweise ist es schon eine unangenehme Erfahrung, wenn er feststellt, dass es in ganz Deutschland keine einzige zentrale Sammlung für irgend ein beliebiges Insektentaxon gibt, die man beispielsweise aufsuchen könnte, um festzustellen, was es überhaupt an deutschen Museen an determiniertem Belegmaterial für ein solches Insektentaxon gibt, wenn man selber Material abgleichen möchte. So etwas existiert einfach nicht. Das heißt, man muss von Sammlung zu Sammlung reisen und sich da mühsam hindurchbeißen. Die große Hoffnung, der große Wunsch von uns Anwendern wäre natürlich, dass wir vielleicht mit Hilfe multimedialer Technologien (GBIF sei als Stichwort hier genannt), dahin kämen, uns von unserem Arbeitsplatz aus z.B. in eine virtuelle Belegsammlung einzuklicken und tatsächlich Zugriff darauf zu haben, welche Arten in einem Taxon beschrieben sind, und wo relevantes Material liegt, wenn wir es für einen Vergleich wirklich brauchen. In dieser Hinsicht sind wir als ökologische Anwender natürlich bei den Vertebraten relativ gut, und bei den Gefäßpflanzen ebenfalls relativ gut bedient. Bei den allermeisten Arthropoden-Gruppen sind wir dagegen schlecht bedient, und ganz traurig sieht es bei den schon mehrfach angesprochenen Mikroorganismen oder Kleinorganismen aus. Das gilt noch nicht einmal nur für die echten Mikroorganismen, sondern auch für andere Organismen von Millimetergröße, etwa im bodenbiologischen Bereich. Da sind die Lücken sehr gravierend.

PROF. NAUMANN:

Herr Mosbrugger, genau Sie hätte ich jetzt gleich zu diesem Thema noch einmal befragen wollen. Auch, und vielleicht können Sie das in Ihre Antwort gleich mit einbauen, zu der Frage, ob denn die Einrichtungen, die sich mit dieser Form von Forschung beschäftigen, adäquat ausgestattet sind und ob Sie, sozusagen aus Ihrer Sicht heraus, diesen Ansprüchen entsprechen können, als Sammlungsbetreuer und –verwalter. Ich weiß, sie betreuen ja auch Sammlungen in Tübingen.

**PROF. MOSBRUGGER:**

Vielleicht noch einmal erst zu der Frage, was erwarten die Nutzer von den Taxonomen und Systematikern. Also, ich würde noch einmal betonen wollen, dass wir als Abnehmer natürlich erwarten, in die Lage versetzt zu werden, völlig klar, etwas einfach bestimmen zu können. Wir brauchen die Hilfsmittel, einen Organismus zügig identifizieren zu können und wir brauchen die phylogenetische Beziehung, die Verwandtschaftsbeziehung. Das ist etwas, das im wesentlichen heute durchgängig geleistet wird. Auf der anderen Seite würde ich mir als Nutzer auch wünschen, dass die Funktion des Organismus, also die Autökologie, von den Systematikern stärker mit berücksichtigt würde. Oft hat man eben, wenn man stärker synökologisch arbeitet, das Problem, dass man eine Fülle von Taxa hat und nicht ganz genau weiß, was diese nun wirklich tun, wie sie leben, was sie fressen, wie ihr Paarungsverhalten ist, und was auch immer. Für den Nicht-Systematiker ist es natürlich immer sehr viel schwieriger, wenn er ganz an der Basis anfangen muss, und ich denke, es wäre nützlich, wenn sich die Systematiker nicht nur den phylogenetischen Fragen, sondern auch stärker den Form-Funktions-Fragen zuwenden würden, also den ökologischen Fragen. Das zeichnet sich ab. Ich sehe diesen Trend klar, aber ich denke, dass sich das vielleicht auch noch verändern wird.

Zur Ausstattung muss man ganz klar sagen, die Prioritäten liegen ganz sicher nicht bei der Biodiversitätsforschung, in den meisten biologischen Instituten und in den meisten paläontologischen Instituten vielleicht schon noch bei den Professoren, aber sicherlich nicht mehr bei den höheren Gremien, den Dekanaten, bei den Universitätsleitungen. Das heißt, alles was letztlich sehr viel Geld braucht und irgendwo in irgendwelchen Räumen auch Platz beansprucht, kustodialer Betreuung bedarf, hat eine vergleichsweise geringe Priorität. Das hängt durchaus mit dem Thema zusammen, welches Herr Wägele vorhin angesprochen hat: wir sind zu langsam. Da liegen riesige Sammlungen, die kosten Betreuung und die Zahl der Besucher ist nicht so, dass täglich 500 Leute durchgingen und mit dem Material arbeiteten. Vielleicht



---

kommen jeden Tag 4-5 Leute oder 2-3 und dann tut man sich in der Tat schwer, nach außen hin klar zu dokumentieren, wie wichtig diese Sammlungen sind. Ich weiß von vielen Universitäten, dass sobald ein Professor weggeht, der eine Sammlung angelegt hat, die Nachfolger versuchen, dies Ding wieder loszuwerden. Es wird irgendwie verscherbelt, oder geht in graue Kanäle, d.h. es ist ungeheuer schwierig, bei den Nachfolgern und den high officials Verständnis dafür zu wecken, dass solche Sammlungen so etwas wie Kulturgut sind. Einen Picasso schmeißt keiner weg, wohl aber einen Holotyp. Man kann die Leute bisher nur sehr schwer davon überzeugen, wie wichtig das wirklich ist.

PROF. NAUMANN:

Machen wir da vielleicht als Systematiker auch strategische Fehler, dass wir diese message von der Bedeutung der Referenzsammlungen im Vergleich zum Kulturgut nicht richtig unter die Menschen bringen, Herr Wägele?

PROF. WÄGELE:

Es ist mit Sicherheit in der Vergangenheit regelmäßig so gewesen, dass die Systematiker viel zu wenig an die Öffentlichkeit gegangen sind. Es kostet Arbeit, Artikel für Zeitungen zu schreiben, Interviews zu geben oder auch Symposien zu organisieren, und viele sind offensichtlich nicht motiviert, Zusätzliches über die reine wissenschaftliche Arbeit hinaus zu leisten. Wir müssen vor allem dem Nachwuchs beibringen, sich zu verkaufen. Wir haben ja viele gute Argumente, die dafür sprechen, dass Sammlungen gepflegt werden, dass Typen hinterlegt werden müssen; worin der Wert von Typen liegt, müssen wir hier gar nicht diskutieren. Das Problem ist, dass wir zu wenig Kapazität haben, um all die Aufgaben, die von uns erwartet werden, zu erfüllen. Es ist ganz offensichtlich, dass wir nicht alles leisten können, was man gerne hätte. Ich möchte deshalb noch einmal betonen, dass wir das Potential, das vorhanden ist, auf bestimmte Themen fokussieren müssen, die nach einer gewissen Zeit Ergebnisse liefern. Dazu gehören z.B. die gezielte Erfassung von bestimmten Aspekten einer Sammlung oder auch in der Feldforschung die Konzentration auf bestimmte Regionen, weil es eben de facto keinen Sinn macht, die wenigen Spezialisten, die es gibt, über den ganzen Planeten zu verstreuen, und den einen in Taiwan arbeiten zu lassen und den anderen auf Madagaskar und den dritten in Patagonien. Dabei kommt natürlich etwas heraus, und es ist auch nachhaltige Forschung in dem Sinn, dass die Daten auch in hundert, zwei-

---

hundert Jahren noch abgefragt werden, aber es ist nichts Vorzeigbares, nichts Befriedigendes. Da hilft nur Fokussierung auf bestimmte Themen, sowohl an den Museen, wenn es um Sammlungserschließung geht, als auch in der Feldforschung. Das ist, glaube ich, das einzige Rezept, das uns in der Öffentlichkeit weiterbringen kann.

**PROF. NAUMANN:**

Die amerikanische National Science Foundation, die eine ähnliche Aufgabe wahrnimmt wie die Deutsche Forschungsgemeinschaft, hat seit einer Reihe von Jahren ein hoch effektives Programm. Es nennt sich „Program for the Enhancement of Expertise in Taxonomy“ (PEET). Viele von Ihnen werden das ja vielleicht auch kennen. Es hat in Deutschland seit einer Reihe von Jahren Bemühungen gegeben, sowohl auf Seiten der Deutschen Forschungsgemeinschaft, als auch durch Ansprache von entsprechenden Vertretern des BMBF eine vergleichbare Initiative in der Bundesrepublik auf die Beine zu stellen. Die amerikanischen Kollegen sind vor 10 Jahren in genau der gleichen Situation wie wir hier gewesen. Es gab auf der einen Seite noch das alte Kustodenwissen an den großen Sammlungen und Museen, auf der anderen Seite nahm, was Sie auch gerade gesagt haben, der Umfang der Sammlungen noch enorm zu, aber nicht das Personal und die Mittel, um die Sammlungen auf einen modernen Bearbeitungsstand zu bringen. Ich denke, eine Aufgabe einer Gruppe oder eines Gremiums wie unserer Tagung hier könnte es durchaus sein, mit einem Beschluss oder einer Empfehlung, das können die Vorstände beider Gesellschaften vielleicht ja auch einmal gemeinsam beraten, die Fördergremien in der Bundesrepublik dazu aufzufordern, ein vergleichbares System aufzubauen. Ich weiß, dass es das durchaus auch in anderen Ländern gibt. Wir brauchen nur auf Länder wie Australien, Costa Rica, Mexiko, und auch Großbritannien zu schauen, da ist das möglich. Man darf sich schon fragen, weshalb das in der Bundesrepublik eigentlich nicht möglich ist. Ich bin der Meinung, dass dies ein ganz wichtiger Aspekt ist, der auch mit dazu beitragen könnte, die verschiedenen methodischen Aspekte, die heute alle zu einer modernen Bearbeitung von Taxa gehören, mit zu fördern und in den Griff zu bekommen.

Vielleicht noch was zur Historie. Die Direktorenkonferenz der Naturwissenschaftlichen Forschungssammlungen in Deutschland, deren Vorsitzender, Herr Prof. Steininger aus Frankfurt vom Senckenberg Museum, dort sitzt, hat seit Jahren mehrere Anläufe unternommen, um bei der DFG und auch beim BMBF ähnliche Programme mit ganz kleinen Pilotstudien zu initiieren. Das ist alles bisher leider gescheitert. Aber ich denke, es ist wichtig,

---

dass die Community weiß, dass es solche Aktivitäten gegeben hat und dass es die auch in Zukunft geben muss.

Ich gucke so ein bisschen auf die Zeit. Wir haben noch ungefähr 20 Minuten. Wir haben gehört, daß wir vernünftige Informationssysteme brauchen, mit denen der Ökologe und vielleicht noch ganz andere Gruppen etwa der Biogeograph, der Verhaltensforscher, von unseren Arbeiten profitieren können, indem sie sehr raschen Zugang zu Informationen bekommen. Nutzt die Systematic Community dazu in ausreichender Weise die Möglichkeiten des Informationszeitalters. Sie wollen direkt dazu Stellung nehmen, dann öffnen wir die Frage jetzt wieder einfach ins Publikum:

**PUBLIKUM:**

Wir erklären hier biologische Systematik und haben gesehen, wie stark die Grundlage der Biodiversitätsforschung ist. Wir haben vorhin nach den Nutzern und dem Nutzen gefragt. Ein gewaltiger Nutzen dieser Forschung liegt eben darin, dass sie bei Gremien ein Maßstab für gewaltige Entscheidungen ist, für Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete. Ich weiß es vom Alpenforum her, einer Endstation der EU innerhalb der Alpenkonvention. Es wäre wichtig, nicht nur mit Zahlen zu arbeiten, weil die den entscheidenden Leuten, den Abgeordneten in Brüssel, nicht so sehr viel sagen und dort wird über Geld entschieden, über ganze Umbauten, Umsiedlungen, denken Sie nur an den Verkehr usw. Wir brauchen dort wirklich Argumente, wie in dieser Biodiversität das Ökosystem fundiert ist, welche Gruppen ein Ökosystem dominieren, was erhaltungsfähig, nicht nur schön ist, Herr Mosbrugger, und herrlich anzuschauen für die Urlauber, sondern wie das Gesamtsystem funktioniert und wieviel Biodiversität einfach notwendig ist.

**PROF. NAUMANN:**

Vielleicht die kurze Anregung, dass sich die Diskussionsteilnehmer jeweils ganz kurz mit Namen vorstellen, weil wir uns nicht alle so gut kennen.

**PROF. HASZPRUNAR:**

Es heißt so schön in der Werbung, der Vergleich macht Sie sicher. Und es gibt in den Naturwissenschaften derzeit eigentlich nur zwei weltweite große Erfassungsprogramme, wobei die Erfassung die Erklärung beinhaltet, also Erfassungs- und Erklärungsprogramme, eins in der

---

Astronomie und eins bezogen auf die Biodiversität dieser Erde. Wenn man das vergleicht, stellt man zunächst einmal fest, beide sind in der Grundlagenforschung angesiedelt, beide haben gelegentlich und in einzelnen Aspekten durchaus auch angewandte Bedeutung, unbestritten, aber es ist zunächst einmal Grundlagenforschung. Beide betreffen ungefähr die gleiche Zahl von zu erfassenden Objekten. Diese ist in der Astronomie zweifellos nicht geringer als in der Biologie, eher höher und vor allem steigert sie sich durch zunehmend bessere Instrumente. Worin besteht der Unterschied? Der Unterschied liegt zunächst einmal darin, und hier gehe ich auf das ein, was Herr Tautz ganz zu Beginn gesagt hat, als er feststellte, dass das BMBF diese Aktion mit einer vergleichsweise großen Summe unterstützt. Wenn Sie diese Summe mit den Summen vergleichen, die in die stellaren Erfassungen gehen, weiß ich nicht, wie Sie auf die Einschätzung „vergleichsweise groß“ kommen. Bezogen auf das, was das BMBF vorher getan hat, ist die Summe groß, weil vorher gar nichts da war, das gebe ich gerne zu. Das ist das eine. Das Zweite ist aber, und das richtet sich an uns alle, dass ein wesentlicher Unterschied bei diesen beiden Dingen darin besteht, dass die Informationslage völlig verschieden ist. Das, was die Astronomen erfassen, ist auf Knopfdruck weltweit mit ganz wenigen Ausnahmen komplett verfügbar, das, was wir als Biodiversitätsforscher in den letzten 250 Jahren erfasst haben, ist, wenn überhaupt, nur mit sehr hohem Aufwand und zum allergrößten Teil als kryptische Information zu bezeichnen. Und ich glaube, das ist eines der ganz wesentlichen Defizite, das sich natürlich auch auswirkt auf die Bedeutung unserer Sache, denn Information, die nicht wirklich verfügbar ist, ist keine Information.

DR. BRAKE:

Ich wollte auf die Bemerkung von Herrn Fiedler eingehen, dass es schwierig ist, Sammlungen in Deutschland zu identifizieren. Da gibt es jetzt ein vom BMBF gefördertes Projekt, das Zentralregister Biologischer Forschungssammlungen in Deutschland, bei dem es genau darum geht, im Internet eine Datenbank aufzubauen, in welche alle rezenten botanischen und zoologischen Sammlungen aufgenommen und dargestellt werden, damit es gerade z.B. für Ökologen und Genetiker einfacher wird, diese Sammlungen auch aufzufinden.

PROF. FIEDLER:

Wenn ich ganz kurz darauf antworten darf: Zum einen ist es natürlich schön, dass es dieses Programm gibt. Es nutzt uns Anwendern aber immer noch relativ wenig, wenn wir wissen, da gibt es eine Sammlung für diese Organismengruppe und dort eine Sammlung für jene Organismengruppe, wir sollten eigentlich wissen, was in diesen Sammlungen drin ist. Also, wie Herr Haszprunar das gerade eben sagte, wir müssten auf Knopfdruck rauskriegen können, welche Taxa sind da drinnen und dann müssten eingescannte Fotografien oder Gensequenzen oder was auch immer da sein, damit wir es wirklich nutzen können. Das ist ein netter erster Schritt, aber wenn Sie mit irgendwelchen Organismen, konkreten Exemplaren dasitzen, können Sie die nicht dadurch identifizieren, dass Sie wissen, dass das Museum Koenig 5000 oder 5.000.000 Schmetterlinge oder 5.000.000 Käfer hat, dann wissen Sie um Gottes Willen, da sind recht viele, aber nicht welche.

**HERR DIEMEL:**

Konkret auf Ihre Frage Herr Naumann und was auch Herr Tautz angesprochen hat, wir sind ja momentan in den Bioluxus Farben und, wie weit wir sind, werden wir möglicherweise Anfang Dezember bei unserem Statusseminar sehen. Zu Ihnen Herr Fiedler, genau das, was Sie haben wollen, wird in einem der Programme entwickelt. Sie können dann reingehen und bekommen den Originalbeleg über Internet direkt zum darauf gucken zusammen mit allem, was auf dem Originalbeleg über die Jahrzehnte oder vielleicht Jahrhunderte hinweg notiert worden ist. Der Bedarf für diese Informationen ist erkannt und mit der Umsetzung ist begonnen worden. Die Haken bei der ganzen Angelegenheit sind meiner Ansicht nach nicht die technischen Voraussetzungen, sondern das Problem ist einfach, wer wird das ganze Zeug abtippen oder zumindest einscannen. Das werden wir mit Fördermitteln von DFG und BMBF vermutlich nicht schaffen. Selbst in dem Programm, das über das BMBF-Projekt relativ gut finanziert ist, haben wir insgesamt 3 ABM-Kräfte, die eigentlich nur tippen und scannen. Das zur Frage, was mit den neuen Technologien möglich ist.

**PROF. NAUMANN:**

Ich denke, dass die Erschließung von Biodiversitätsinformationen, ja auch über das Abtippen deutlich hinausgehen muss. Dazu gehört auch die Revision des vorhandenen Wissens. Da sind ja Belege drin, die sind 80 Jahre alt, kommen aus einem Gebiet, das heute längst zerstört ist und tragen einen inzwischen nicht mehr aktuellen Namen. Die Lokalität ist nicht GIS- oder

---

JPS-erschlossen, Koordinaten-erschlossen usw. Das gehört alles mit dazu, wenn wir den Schatz, den wir eigentlich haben, auch heben wollen. Da oben haben wir noch eine Wortmeldung und dann möchte ich gerne noch, dass wir zum Thema „Nachwuchsförderung“ kommen.

**DR. JAHN:**

Ich bin Algenkustodin und würde Ihnen, Herr Fiedler, gerne genau das liefern, was Sie in Ekuador brauchen, dass Sie genau die Algen finden, die Sie brauchen. Das Problem ist, wir wissen nicht, was Sie finden. Wir haben ein Projekt, das jetzt auch im Rahmen von BIOLOG gefördert wird, Algaterra. Es heißt zwar Algaterra, wird aber eigentlich nur Mikroalgen aus dem deutschen terrestrischen Raum beinhalten, das heißt, nach 3 Jahren werden wir wissen, was vor 180 Jahren hier mal beschrieben worden ist, und vielleicht haben wir dann irgendwann eine Chance, etwas weiter in die Welt hinauszugehen. Also ich denke, wir kommen immer wieder auf dasselbe Problem zurück: wir rennen im Augenblick etwas hinterher, etwas zu liefern, damit wir zeigen können, dass wir in den letzten 200 Jahre auch etwas getan haben, aber wir sind nicht dort, wo wir eigentlich sein müssten, und zwar dort, dass die Ökologen damit etwas anfangen könnten. Und wir müssen weiter darüber reden, wie wir da hinkommen. Ich kann sagen, als echte Algenkustodin bin ich inzwischen eine „One-Woman-Show“ in Deutschland, und das kann es nicht sein.

**PROF. NAUMANN:**

Und das zielt ein bisschen in die Richtung, die ich vorhin angesprochen habe. Wir brauchen dem PEET-Programm entsprechende Aktivitäten auch in der Bundesrepublik. Wer die finanziert, ist letztlich völlig egal. Aber das wäre ein Beitrag zur Grundlagenforschung in der Biodiversitätsforschung und es ist methodisch völlig unabhängig, muss vielseitig sein, verschiedenste Aspekte einschließen.

Meine Damen und Herren, wir haben noch ungefähr 10 Minuten, und ich bitte um Verständnis, wenn ich jetzt versuche, auf einen, wie mir scheint, sehr wichtigen Aspekt einzugehen, nämlich wie es in Deutschland um den biologischen Nachwuchs bestellt ist. Also biologisch ist er da, das wissen wir, er sitzt ja auch in unseren Reihen. Das Thema betrifft die Paläontologie ganz genauso. Es wäre die Frage zu stellen, bilden wir diesen Nachwuchs richtig aus, was wird von diesem Nachwuchs in absehbarer Zeit gefordert werden, wenn er

die Aufgaben übernimmt, die die ältere Generation im Moment versieht, ist er dafür adäquat ausgebildet? Welche Stellensituationen werden sich ihm bieten an den Universitäten, an den anderen Forschungseinrichtungen, an Museen? Ist da das nötige Know-how vorhanden? Ich frage mal jemanden, der mitten in der Ausbildung steht. Herr Kadereit, sind wir darauf eingerichtet, unseren Nachwuchs adäquat auszubilden?

PROF. KADEREIT:

Also, ich denke, dass viele Institute dazu sehr wohl in der Lage sind, wobei wir natürlich definieren müssten, was zu einer adäquaten Ausbildung für einen Systematiker gehört. Ganz im Sinne dessen, was wir diskutiert haben, bin ich der Meinung, dass zur adäquaten Ausbildung sowohl gehört, dass ein Systematiker in der Lage ist, sowohl den morphologisch-anatomischen Merkmalsbereich, als auch den molekularen Merkmalsbereich zu handhaben, und darüber hinaus ist es außerordentlich wichtig, das ist ja von Herrn Wägele mehrfach betont worden, dass wir unserem Nachwuchs nahe legen, sich offensiv darzustellen und in der Lage zu sein, sich zu verkaufen. Er muß sich auf sein Banner schreiben, was Dobshansky nicht als erster gesagt hat: „*Nothing in biology makes sense except in the light of evolution*“. Das ist, denke ich, was wir als Systematiker können und was wir als Systematiker machen, und was uns eigentlich auch in die Lage versetzen sollte, unsere nicht-systematischen biologischen Fachkollegen zu überzeugen. Systematiker dieser Art werden heute ausgebildet, wurden es aber in der Vergangenheit nicht immer, mit dem Ergebnis, dass es im Moment wenigstens im Bereich der botanischen Systematik nicht leicht ist, beispielsweise Professuren oder auch Assistenten-Stellen zu besetzen. Es gibt eine offensichtliche Lücke in der Qualifikation, so wie ich sie wenigstens eben skizziert habe. Eine bestimmte Altersgruppe ist quasi nicht vertreten in diesem Bereich der dualen oder vielfältigen Qualifikation.

PROF. NAUMANN:

Herr Wägele, gilt das für die Zoologie in ähnlicher Weise? Anschließend würde ich das gerne auch noch einmal von Herrn Tautz beantwortet hören. Die Leute, die zu Ihnen kommen, haben Sie ja vorhin gesagt, seien Organismiker. Können die das, was sie brauchen, um bei Ihnen erfolgreich zu sein? Ich würde aber erst gerne den klassischen Systematiker, den Herrn Wägele, der ja auch methodisch sehr breit arbeitet, dazu Stellung nehmen lassen, denn wir hören ja immer wieder die Klagen, die Universitäten haben die Ausbildung in Artenkenntnis,

---

Taxonomie, Systematik und allem, was damit zusammenhängt, heruntergefahren, haben die Leute rausgeschmissen, die Professuren umgewidmet für alles mögliche andere. Tut die Universität genug für die Ausbildung des Nachwuchses oder muss vielleicht das Museum zukünftig die Ausbildung des Nachwuchses in die Hand nehmen?

**PROF. WÄGELE:**

Es sieht natürlich so aus, dass an den Universitäten nur sehr wenige Taxonomen ausgebildet werden, sehr wenige Systematiker. In den letzten 20 Jahren hat sich das drastisch verschlimmert. Es gibt nur noch wenige Universitäten, wo das gezielt betrieben wird. Was zum Glück noch erkennbar ist, das hört man auch auf der Konferenz der Biologischen Fakultäten, ist, dass die meisten Fakultäten sich darin einig sind, dass ein breitangelegtes Grundstudium gebraucht wird, so dass auch ein Zellphysiologe oder ein Biophysiker zumindestens eine Vorstellung davon bekommt, wie ein Bestimmungsschlüssel funktioniert, oder dass er auch einmal draußen in der Landschaft war und weiß, dass es außerhalb des Labors noch mehr gibt als einen bestimmten Nematoden oder eine bestimmte Fliege. Dieses breitangelegte Grundstudium wird hoffentlich auch künftig beibehalten. Das könnte dazu beitragen, dass ein gewisses Verständnis für die Belange der Systematik auch bei Biologen anderer Fachrichtungen erhalten bleibt. Von diesem breitangelegten Grundstudium dürfen wir nicht abgehen. Gezielte Ausbildung für Systematiker kann ich heute nicht mehr vertreten, weil ich nur noch Taxonomen produziere, die auf dem Arbeitsmarkt sehr wenige Chancen haben. Wir brauchen Biologen, die Methoden kennen, die auch das taxonomische Arbeiten kennen. Das müssen nicht alle kennen, aber wir brauchen immer wieder ein paar, die die Begabung dafür haben. Man braucht eine ganz spezielle Begabung um taxonomisch arbeiten zu können, ein gutes visuelles Gedächtnis z.B. Wir brauchen aber auch Biologen, die zusätzliche Methoden beherrschen, dazu gehören die molekularen Methoden, dazu können ökologische Feldmethoden gehören, dazu gehört die vergleichende Anatomie, dazu kann die Elektronenmikroskopie gehören. Menschen werden gebraucht, die ein breites Methodenspektrum vorweisen können und die zusätzlich in der Lage sind, quer zu denken, die also nicht nur Spezialisten sind für ein ganz kleines Thema, sondern die wirklich in der Lage sind zu assoziieren. Solche Leute haben, glaube ich, die besten Chancen, weil sie sich in verschiedenen Bereichen einnischen können, sie sind adaptionsfähig. Die Disziplinen der Biologie, die mehr biotechnisch orientiert sind, können es sich leisten, auf dieses Querdenken zu verzichten. Ich beobachte bei uns an der Fakultät, wie die Studenten sehr gezielt einen



---

Kurs nach dem anderen auf einem kleinen Spezialgebiet absolvieren. Solche Leute kann ich jedoch in meiner Arbeitsgruppe überhaupt nicht verwenden, weil sie essentielle Kenntnisse einfach nicht haben. Die haben noch nie eine Evolutionsvorlesung gehört, die haben noch nie, was bei uns möglich ist, eine Ökologie-Vorlesung gehört. Doch ich brauche diese beiden Elemente, um einen guten Systematiker oder einen im Bereich der Systematik einzusetzenden Biologen auszubilden. Also, ein breitangelegtes Grundstudium und Methodenkenntnisse sind das, was wir bei uns versuchen zu vermitteln, in der Hoffnung, dass unsere Kandidaten dann nicht nur hier in Deutschland, sondern auch im Ausland Chancen haben. In diesem Zusammenhang vielleicht noch ein Kommentar. Ich sehe mit Schrecken immer wieder das große Gespenst, das bei uns in der Fakultät, aber auch im Ministerium herumspukt, dass nämlich das Studium verkürzt werden soll, damit unsere Studenten schneller ausgebildet werden. Das ist interessant für die Industrie, aber nicht für die Wissenschaft. Wir benötigen in der Wissenschaft eine gründliche, breitangelegte Ausbildung, damit wir jene intelligenten, querdenkenden Forscher bekommen.

PROF. NAUMANN:

Herr Tautz, liefert Ihnen die Universität die jungen Systematiker und Biologen, die Sie brauchen?

PROF. TAUTZ:

Also ich muss sagen, ich kann mich nicht beschweren. Es kommen immer wieder sehr gute Leute zu mir, die allerdings weniger aus der Universitätsausbildung kommen, sondern eigentlich aus eigenem Interesse an der Sache. Und die finden dann auch die entsprechenden Informationen. Sie kommen zu mir und lernen dann auch die molekularen Techniken oft in erstaunlicher Geschwindigkeit. Wir haben gestern den Vortrag von Arne Nolte gehört. Der war das Produkt seiner Diplomarbeit und das ist vom Datensatz, den er da in kürzester Zeit erarbeitet hat, und ohne vorherige Kenntnisse auf molekularbiologischem Gebiet ganz erstaunlich. Wenn die Bedingungen gegeben sind, dann läuft das auch. Aber ich will noch einmal auf einen anderen Punkt hinweisen, der zurück geht an die Museen, denn auch und da sehe ich Defizite. Ein konkreter Fall aus meinem Labor. Bernhard Hausdorf, der jetzt die malakologische Sammlung in Hamburg betreut, hat diese molekularen Techniken drauf, er weiß, wie er damit umzugehen hat, aber er bekommt dort schlicht und einfach nicht die

---

Möglichkeit sie zu praktizieren. Das Denken dort ist, er ist der Kustode und das ist sein Aufgabenbereich und er hat bitte nichts anderes zu tun als diese Kustodenaufgaben. So etwas ist denkbar falsch. Jemand, der wirklich gut ausgebildet ist, der etwas machen könnte, sollte auch die Chance bekommen, die Taxonomie in neue Ebenen zu führen.

PROF. NAUMANN:

Da sind wir nun wieder an dem Punkt, den wir vorhin schon einmal angesprochen haben. Das hat natürlich auch etwas mit der Grundfinanzierung zu tun. Sie brauchen eben einen Sequenzierer und ein EBI kostet eben 180.000-200.000 DM. Das kann keines dieser Häuser heute mehr aus der Grundfinanzierung aufbringen. Und die Förderprogramme lassen solche, ich sag mal, doch grundlegenden Einrichtungen in der Regel nicht zu. Das ist ein echtes Problem.

PROF. TAUTZ:

Ich denke, das ist nicht so. Ich habe das, glaube ich, schon bei anderer Gelegenheiten gesagt. Das Geld für solche Sachen liegt auf der Straße, wenn entsprechend argumentiert wird. Wenn es Leute gibt, die ausgebildet sind, dann müssen sie halt auch Unterstützung von höherer Ebene bekommen, dass sie meinetwegen auch von Teilen ihrer Kustodenarbeiten entbunden werden.

PROF. NAUMANN:

Das erzählen Sie mal dem Wissenschaftssenator in Hamburg oder Berlin. Ich glaube, da hören Sie dann etwas ganz anderes. Ich erlebe das aus der Sicht der Museen unmittelbar mit. Ich weiß, wie einige von denen kämpfen müssen, um an solche Dinge heranzukommen.

So, jetzt meine Damen und Herren aber noch ganz kurz ein paar Worte dazu, welche Berufsaussichten denn der Jungsystematiker in Zukunft hat. Früher wurde er Akademischer Rat, vielleicht sogar C3- oder C4-Professor an einer Universität. Diese Zeiten sind mit ganz wenigen Ausnahmen vorbei. Früher wurde er vielleicht hier und da noch einmal Kustos an einem Museum. Auch dort hat sich die Situation sehr stark verschärft. Manche Stellen sind weggefallen, das haben wir schon gehört. Welche Möglichkeiten gibt es dennoch für den wissenschaftlichen Nachwuchs? Wen darf ich dazu mal fragen? Vielleicht Herrn Wägele?

**PROF. WÄGELE:**

Die Chancen des wissenschaftlichen Nachwuchses? Das ist ein Problem, mit dem wir alle zu tun haben, und jeder von uns, der Studenten ausbildet, muss sich darüber Gedanken machen. Es hilft einfach mal ins Internet zu schauen oder Listserver zu abonnieren. Wenn man z.B. den amerikanischen Listserver Evoldir anschaut, kann man Woche für Woche Stellenausschreibungen finden. Man muss sich ein bisschen orientieren an dem, was angefordert wird. Diese Stellenausschreibungen sind durchaus Grundlagenforschung. Da geht es aber um recht komplexe Fragen, die sehr komplexe Ausbildung verlangen wie z.B. gute Mathematik-Kenntnisse. Wir müssen uns darum kümmern, dass unsere Studenten diese Informationen mitbekommen und nicht ausschließlich unseren Hobbies frönen. Ich sehe also, dass in den USA Woche für Woche Stellen ausgeschrieben werden, für Personen, die sich mit evolutionsbiologischen, evolutionsökologischen oder phylogenetischen Fragen beschäftigen. Da ist die Situation anders als bei uns. Es sind allerdings meistens Zeitstellen. Ich habe auch die Erfahrung gemacht, dass unsere in Deutschland ausgebildeten Studenten gerne in den USA genommen werden, weil sie eben ein breites Methodenspektrum, auch breite Kenntnisse haben. Sie sind vielleicht älter als die Amerikaner, aber sie bringen auch mehr Kenntnisse mit und sie sind offenbar häufig sehr effizient. Es läuft darauf hinaus, dass viele gerne genommen werden und dann in den USA bleiben und, ich denke, dass unsere Biologen auch flexibel sein müssen, dass sie beweglich bleiben müssen, wenn sie Berufschancen haben wollen.

**PROF. NAUMANN:**

Das würde ich in vollem Maße unterschreiben, aber wir wollen ja natürlich in Deutschland nicht nur Entwicklungshilfe für die USA machen. Sondern, ich denke, es ist ganz wichtig, dass wir uns und gerade diejenigen, die in entsprechenden Positionen sind, darüber im Klaren sind, dass wir auch verpflichtet sind für den akademischen Nachwuchs, wenn denn die Stellen selber weniger werden, immer wieder entsprechende Projektmittel heranzuholen. Ich möchte auch sagen, die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat in den letzten Jahren eine ganze Reihe von Einzelinitiativen, Einzelprojekten, Einzelanträgen mit einer Doktoranden- oder einer Postdoc-Stelle für biosystematische Fragen im weitesten Sinne mit oder ohne molekularen Ansatz, also ein ziemlich weites Spektrum gefördert, und das muss man positiv anerkennen. Der Nachwuchs wird sich darauf einstellen müssen, dass er weniger auf Dauerstellen und mehr auf Projektstellen arbeiten bzw. tätig sein muss. Das gilt aber in vielen Bereichen der

---

Grundlagenforschung ganz genauso, und insofern denke ich, sind wir nicht unbedingt eine Ausnahme.

Herr Mosbrugger wollte dazu noch etwas sagen:

**PROF. MOSBRUGGER:**

Ich denke, dass die Chancen nicht so schlecht sind für Leute, die die systematische Forschung immer auch koppeln mit anderen Fragestellungen, d.h. die Systematik nicht als reine Systematik betreiben, die essentielle ist gar keine Frage, aber bereits in ihrer Ausbildung, d.h. bei der Diplomarbeit, bei der Dissertation auch stärker versuchen, die Anwendung dieser systematischen Analyse, die sie betreiben, mit in die Untersuchung einzubeziehen. Das ist bereits angesprochen worden, wir brauchen breit ausgebildete Leute und, ich denke, eben auch Leute, die auch wissen, was man mit den Erkenntnissen, die sie gewonnen haben, anfangen kann. Ein weiterer Punkt, der am Anfang auch genannt worden ist, ist, dass wir, um die Biodiversitätsforschung weiter voranzutreiben, das Ganze stärker im Team betreiben müssen. Das heißt nicht nur, jetzt die Gräser machen oder die Lauraceen, sondern verknüpft mit bestimmten Fragestellungen, die dann gemeinsam von verschiedenen Seiten beleuchtet werden. Das heißt, die Systematik insgesamt auch interessanter machen für andere Leute. Das heißt, ein Spezialist für Lauraceen muss auch für andere Leute interessant sein.

**PROF. NAUMANN:**

Das war, glaube ich, fast schon das Abschlusswort zu dieser Veranstaltung. Meine Damen und Herren, es fällt mir schwer, jetzt eine Summe zu ziehen. Ich habe den Eindruck gewonnen, den ich vorher auch schon hatte, unser Nachwuchs ist sehr viel besser, als er manchmal dargestellt wird. Es gibt viele junge Leute, die engagiert sind, die auch methodisch breit arbeiten. Es gibt institutionelle Probleme, diese Leute auch wirklich dauerhaft oder längerfristig an die Themen heranzubringen, die wir für wichtig erachten. Ich möchte diese Veranstaltung mit einem Dank an Sie alle schließen, insbesondere an diejenigen, die sich an der Diskussion beteiligt haben, hier vorne auf dem Podium, aber auch im Publikum.