

Die Zukunft der Systematik in der Schweiz

Systematik als biologische Schlüsseldisziplin



Ein Positionspapier der Akademie der Naturwissenschaften

sc | nat ⁺

Swiss Academy of Sciences
Akademie der Naturwissenschaften
Accademia di scienze naturali
Académie des sciences naturelles



Dieser Text wurde in der Task Force Systematik der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) und in einer Arbeitsgruppe des Forum Biodiversität Schweiz erarbeitet. Folgende Personen haben ihn in der Vernehmlassung mitgestaltet:

- Jean-Pierre Airoldi, Universität Bern
- Daniel Burckhardt, Naturhistorisches Museum Basel
- Matthias Baltisberger, ETH Zürich
- Olivier Biber, Bundesamt für Umwelt BAFU
- Winand Brinkmann, Universität Zürich
- Philippe Clerc, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève
- Annabelle Cuttelod, Akademie der Naturwissenschaften Schweiz SCNAT
- François Felber, Université de Neuchâtel
- Martin Fischer, Universität Jena
- Yves Gonseth, Centre suisse de la cartographie de la faune CSCF
- Bernd Hägele, Staatssekretariat für Bildung und Forschung
- Ambros Hänggi, Naturhistorisches Museum Basel
- Rolf Holderegger, Schweizerische Forschungsanstalt WSL
- Beat Keller, Universität Zürich
- Gregor Klaus, Wissenschaftsjournalist
- Erich Kohli, Bundesamt für Umwelt BAFU
- Christian Kropf, Naturhistorisches Museum Bern
- Irene Künzle, Forum Biodiversität Schweiz
- Jean Mariaux, Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève
- Peter Linder, Universität Zürich
- Wolfgang Nentwig, Universität Bern
- Reto Nyffeler, Universität Zürich
- Martin Schmidt, Universität Bern
- Pascal Tschudin, Université de Lausanne
- Wolfgang Wägele, Museum Koenig und Universität Bonn
- Jürg Zettel, Universität Bern

IMPRESSUM

Herausgeberin:

Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT), Generalsekretariat
Schwarztorstrasse 9 | CH-3007 Bern
T 031 310 40 20 | F 031 310 40 29
info@scnat.ch | www.scnat.ch

Redaktion: Annabelle Cuttelod

Layout: Olivia Zwygart

Fotos: Jean-Pierre Berger: S. 2 klein | Philippe Clerc: S. 1, S. 3 oben | H. Dossenbach: S. 4 klein, S. 5 klein | Fabrizio Manco: Titelseite klein, Impressum | Jean Mariaux: S. 4 unten | Musée cantonal de géologie, Lausanne: S. 5 gross | Maja Schwarzenbach: Titelseite klein | Edi Stöckli: S. 7 | Philippe Tanner: Titelseite klein | Alexandre Zumsteg: S. 2 | Lilo Zwygart: Titelseite gross

Druck: Jordi AG, Belp

Auflage: 1000 Ex.

Erscheinung: Juni 2006

Die Zukunft der Systematik in der Schweiz

Systematik als biologische Schlüsseldisziplin

Wir leben in einer Welt voller Lebewesen und sind selbst ein Teil davon. Ungefähr 1,8 Millionen Arten von Mikroorganismen, Pilzen, Pflanzen und Tieren sind heute namentlich bekannt, die Zahl der wissenschaftlich noch nicht beschriebenen Arten wird jedoch weltweit auf 10 bis 30 Millionen geschätzt. Die Identifikation einer Art und ihre Namensgebung ist ein grundlegender Vorgang, denn wer immer mit Arten zu tun hat, kann das mit ihnen gekoppelte Wissen nur vermitteln, wenn er den korrekten Namen des Organismus kennt.

Systematik als integrative Wissenschaft benennt Organismen, analysiert ihre verwandtschaftliche Gruppierung und erstellt Artbeschreibungen und Bestimmungsschlüssel, um die Arten zu identifizieren. Hierauf aufbauend werden die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den Arten und ihre Stammesgeschichte untersucht. Die Systematik ist daher die Basis jeder evolutionären Betrachtung. Für die Beschreibung von und den Vergleich zwischen Arten werden neben morphologisch-anatomischen Merkmalen auch physiologische, cytologische und ethologische Charakteristika verwendet. Seit einigen Jahren wird über DNA-Analysen auch die genetische Ähnlichkeit benutzt, um die Verwandtschaftsbeziehungen direkt aus dem Erbgut der Arten zu bestimmen. Wo immer die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Arten für eine wissenschaftliche Fragestellung wichtig sind, spielt die Systematik eine bedeutende Rolle und wurde daher für populationsgenetische und ethologische Untersuchungen, aber auch für physiologische, biochemische und molekularbiologische Studien in den letzten Jahrzehnten zu einer wichtigen Disziplin.

Die biologische Vielfalt, zu deren Erforschung und Schutz sich die Schweiz am Gipfel von Rio 1992 verpflichtet hat, kann nur mit guten systematischen Kenntnissen erforscht werden. Erst die Identifikation der Arten und ihr Schutz gewährleisten die Verfügbarkeit der genetischen Ressourcen, die in dieser gewaltigen Artenvielfalt steckt. Die Aufrechterhaltung einer genügend grossen

Biodiversität ist zudem lebenswichtig für das Funktionieren der Ökosysteme, ohne die wir nicht existieren können. Darüber hinaus machen die Arten und Ökosysteme auch einen Teil der Ästhetik der Natur aus, sind also für unser Wohlbefinden wichtig. Ethische Gründe verpflichten uns, Arten zu schützen.

Viele Bereiche unserer Gesellschaft sind ohne Kenntnisse der Systematik undenkbar.

- Das **Biomonitoring** erfasst und bewertet Veränderungen unserer Umwelt mit Hilfe von Arten, welche durch ihr Vorhandensein oder Fehlen definierte Qualitäten eines Lebensraumes anzeigen. Sie werden deshalb etwa bei Umweltverträglichkeitsprüfungen als Bioindikatoren eingesetzt.
- In der **Biotechnologie** sind eindeutig identifizierte Arten mit ihren jeweiligen spezifischen Eigenschaften eine zentrale Voraussetzung für industrielle Prozesse der Herstellung bzw. Verarbeitung von Nahrungsmitteln.
- Viele Bereiche der **Human- und Tiermedizin** erfordern vertiefte Kenntnisse der Systematik und Ökologie etwa von Krankheitserregern. Erst eine systematisch exakte Diagnose der Erreger ermöglicht die gezielte Therapie.
- **Pharmakologen** isolieren aus den Arten Wirkstoffe als Basis für neue Medikamente. Bisherige Erfolge umfassen die Anti-Baby-Pille, Schmerz- und Kreislaufmittel oder Mittel gegen bestimmte Krebserkrankungen, so dass die Erwartungen und Hoffnungen, weitere Wirkstoffe gegen bislang schwer heilbare Krankheiten zu finden, gross sind.
- Auch in der **Forst- und Landwirtschaft** sowie in **Fischerei** und **Aquakultur** sind Kenntnisse in Systematik unverzichtbar, etwa wenn es darum geht, biologische Gegenspieler zu finden, die zur Kontrolle von Schädlingen eingesetzt werden können. Der Ausbau und die Sicherung unserer Ernährung basiert unter anderem auch auf der zuverlässigen Identifikation neuer Arten, Sorten und Varietäten.



Die Flechten sind hervorragende Indikatoren für die Qualität unserer Umwelt.

Der amerikanische Flusskrebs (*Orconectes limosus*) ist 1970 im Genfersee angesiedelt worden. Heute wird diese Art als Schädling angesehen, da er die einheimischen Flusskrebsarten vertrieben hat. Um ihre Verbreitung in anderen Gewässern zu vermeiden, ist es verboten, lebende Flusskrebse ausserhalb des Genfersees auszusetzen.



- **Artenschutz** sowie Bemühungen zur Kontrolle **invasiver Arten** sind ohne systematisches Basiswissen nicht möglich.

Eine Reihe von Beispielen belegt, dass Fehlbestimmungen zu teuren und folgenschweren Fehldiagnosen führen können:

- Als beispielsweise in Kalifornien eine unbekannt Insektenart Zuckerrüben befiel und eine Viruserkrankung auf die Pflanzen übertrug, glaubte man aufgrund einer Fehlbestimmung, dass der Schädling aus Südamerika stamme. Dort fand man aber keine natürlichen Feinde. Erst nachdem das Insekt korrekt bestimmt wurde, war klar, dass es aus dem Mittelmeerraum stammen musste, wo man dann auch schnell natürliche Feinde zu seiner Eindämmung fand.
- Bei der Suche nach neuen AIDS-Medikamenten wurden in einer ursprünglich viel versprechenden Pflanzenart plötzlich keine wirksamen Verbindungen mehr nachgewiesen. Ein Wissenschaftler in einem Herbarium entdeckte schliesslich, dass es sich bei den untersuchten Pflanzen um zwei sehr ähnliche, aber systematisch eindeutig verschiedene Arten aus zwei Gebieten handelte, wovon eine die gesuchten Inhaltsstoffe nicht besass. Nun konnte die Entwicklung des Medikamentes fortgesetzt werden.
- Vor allem bei seltenen parasitischen Erkrankungen kommt es immer wieder zu Fehldiagnosen. Dies führt oftmals zu einer falschen und daher erfolglosen Behandlung, so dass sich gravierende Folgen für den Patienten ergeben können.

Das Wissen der Systematiker ist also nicht nur gefragt, sondern auch volkswirtschaftlich wertvoll. Systematik erweist sich somit als Grundlage für die meisten biologischen Wissenschaften.

Die Grundlage für Schutz und Nutzung der biologischen Vielfalt

Die stetig wachsende Menschheit nutzt immer mehr Lebensräume der Erde zur Nahrungs-, Energie- und Rohstoffgewinnung oder als Deponie für ihre Abfallstoffe. Mit der damit verbundenen Zerstörung der ursprünglichen Ökosysteme gehen auch die meisten der dort lebenden Arten verloren. Zwar hat es in der Erdgeschichte immer Arten-

sterben gegeben, der derzeitige Verlust an Arten hat aber auf der ganzen Welt eine noch nie erreichte Grössenordnung und Geschwindigkeit angenommen. Obwohl derzeit jährlich etwa 15 000 Arten neu entdeckt und beschrieben werden, werden gleichzeitig etwa fünfmal so viele ausgerottet – jede für sich eine biologische Einmaligkeit, die damit unwiederbringlich verloren geht. Wenn dieser Trend anhält, verlieren wir im Verlaufe dieses Jahrhunderts die Hälfte der vermuteten Biodiversität unserer Erde. Über das genaue Ausmass wird es nie Gewissheit geben, da viele Arten verschwinden, bevor sie entdeckt werden. Dieses Artensterben kommt dem Verlust einer riesigen und unschätzbar wertvollen Bibliothek gleich, denn jedes aussterbende Lebewesen kann für unser Überleben wichtige Erbinformation enthalten. Wenn es also darum geht, zu rechtfertigen, warum ein bestimmtes Gebiet schützenswert ist oder Artenschutz wissenschaftlich zu begründen, werden Angaben über die Biodiversität benötigt. Um diese zu erhalten, benötigen wir eine beträchtliche Zahl gut ausgebildeter Systematiker.

Noch immer wissen wir erstaunlich wenig über die biologische Vielfalt und die Zentren der Biodiversität der Erde. Wir sind heute immer noch weit davon entfernt, die Artenvielfalt der Erde erfasst zu haben. Die meisten Organismen sind von den Wissenschaftlern noch nie gesehen, geschweige denn systematisch oder in ihrer ökologischen Funktion erfasst worden. Allein in den Wäldern der Tropen vermuten Experten Millionen von unbekannt Insektenarten. Selbst in der dicht besiedelten und relativ gut erforschten Schweiz gibt es noch Überraschungen, wie die Beschreibung neuer Arten nach Untersuchungen wenig bearbeiteter Artengruppen oder Lebensräume regelmässig zeigen.

Eine Grundlage für den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Artenvielfalt ist ihre systematische Erforschung. Die Erfassung und Dokumentation der Biodiversität ist eine der grossen wissenschaftlichen Herausforderungen der Biologie und speziell der Systematik. Die Systematiker sind somit quasi die Vermessungsingenieure der Biologie. Es scheint daher paradox, dass die Systematik als klas-

Ein «Typus» ist das Individuum (Pflanze oder Tier), das als erstes seiner Art wissenschaftlich beschrieben worden ist. Diese Referenzmuster haben einen großen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Wert.



sische Disziplin der Biologie angesichts dieser grossen Aufgaben in den letzten Jahren nicht gefördert wurde, sondern stark an Bedeutung verloren hat. Dem Millionenheer unbekannter Arten und den Milliarden Belegexemplaren in den biologischen Sammlungen stehen weltweit nur noch etwa 10 000 Systematiker gegenüber. Da ihre Zahl weiter sinkt, wird es immer unwahrscheinlicher, dass die Systematik die ihr gestellte Aufgabe bewältigen kann.

Biologische Sammlungen – die Bibliotheken der systematischen Forschung

Seit Jahrhunderten sammeln Wissenschaftler in allen Regionen der Welt Tiere und Pflanzen. Mittlerweile lagern in den Naturhistorischen Museen und Herbarien der Welt etwa drei Milliarden getrocknete, gepresste, ausgestopfte oder in Alkohol konservierte Objekte. Die naturwissenschaftlichen Sammlungen dokumentieren so den ungeheuren Formenreichtum der Natur und werden deshalb gerne als die grossen Archive des Lebens bezeichnet. Zahlreiche ausgestorbene Arten sind überhaupt nur in solchen Sammlungen vorhanden und sind daher als letzte Belege ihrer Art absolut unersetzlich. Zu den Kostbarkeiten jeder Sammlung gehören auch die Typusexemplare, jene Individuen, anhand derer zum ersten Mal



eine neue Art wissenschaftlich beschrieben wurde. Erst die Verknüpfung eines wissenschaftlichen Namens mit diesem konkreten Individuum – dem Typus – schafft die Möglichkeit einer späteren Überprüfung und damit die Grundlage für eine stabile Benennung der Art. Das gesamte Wissen zu dieser Art kann damit eindeutig zugeordnet werden.

Auch in Schweizer Museen und Forschungsinstituten lagern riesige biologische Sammlungen, die insgesamt über 41 Millionen Belege umfassen. Dies ist eine beachtliche Anzahl für ein so kleines Binnenland, das zudem nie eine Kolonialmacht war. Mit anderen Worten: **Die Schweiz kann und soll auch weltweit eine wichtige Rolle spielen.**

Die in den biologischen Sammlungen aufbewahrten Organismen sind historische Dokumente von unschätzbarem Wert. Tiere und Pflanzen, die vor hundert Jahren erfasst wurden und in eine Sammlung Eingang fanden, belegen den Wandel der Fauna und Flora. Gerade auch regionale Sammlungen der Schweiz zeigen, in welchem Ausmass der Mensch die Fauna und Flora verändert hat. In den Organismen lagern ausserdem Nachweise von Umweltchemikalien, etwa das DDT der 1960er Jahre und die Tschernobyl-Auswirkungen der 1980er Jahre, so dass rückwirkend Analysen und somit Vergleiche zu heute möglich sind. Dank faunistischer und floristischer Inventare, die auf systematischem Wissen basieren, können zudem Bestimmungsschlüssel für bestimmte Regionen erstellt und gezielt Nachforschungen nach bestimmten Arten durchgeführt werden.

Leider ist es weltweit immer schwieriger geworden, die bestehenden Sammlungen adäquat zu unterhalten bzw. zugänglich zu machen. Überall fehlen politische Unterstützung und die erforderlichen Geldmittel. Vorallem die biologischen Sammlungen sind nicht nur unersetzliche Arbeitsinstrumente, sondern auch Teil des gemeinsamen Weltkulturerbes, das es zu erhalten gilt. Die Typenexemplare in den biologischen Sammlungen haben einen ähnlichen Stellenwert wie originale Kunstwerke. Und wer käme schon auf die Idee, einen Picasso wegzuworfen?



Systematik in der Schweiz – vom Aussterben bedroht?



Wie in vielen Staaten der Welt befindet sich auch in der Schweiz die Systematik in einer Krise. Dies äussert sich auf verschiedene Weise und hat unterschiedliche Ursachen und Auswirkungen.

Die klassischen Stätten systematischer Forschung und biologischer Sammlungen sind **Naturhistorische Museen** und **Botanische Gärten**. Unter dem Spardruck der Städte und Kantone wurden die finanziellen Mittel von Museen und botanischen Gärten reduziert. Forschungsstellen wurden eingespart oder in solche für die Ausstellungsgestaltung und Museumspädagogik umgewandelt. Es wurde wichtiger, mit immer besseren Ausstellungen dem Publikum bestimmte Themen nahe zu bringen und die Existenz des Museums ständig neu zu legitimieren. Das Image des alten Naturalienkabinetts war da hinderlich und manch kleines Museum mottete seine Sammlung ein oder löste sie ganz auf. Bei dieser Entwicklung blieb oftmals auch die Forschung in Systematik auf der Strecke.

An den Schweizer **Universitäten** wurden in den letzten drei Jahrzehnten nach der Pensionierung

der Amtsinhaber systematisch orientierte Professuren aufgelöst oder umgewidmet, so dass es mittlerweile nur noch sehr wenig systematisch orientierte ordentliche Professuren gibt. Ursächlich war bei dieser Entwicklung das schlechte Image der Systematik und der immer stärkere Druck auf die Universitäten, sich im Bereich vermeintlich modernerer Wissenschaftsdisziplinen neu zu orientieren und zu profilieren. Lehrveranstaltungen in Systematik, von Bestimmungsübungen über Exkursionen bis hin zu Spezialveranstaltungen, wurden daher abgebaut.

Die Lehrpläne der meisten Universitäten bekennen sich jedoch nach wie vor zu einer breiten Grundausbildung in Biologie, welche auch Lehrveranstaltungen in vergleichender Anatomie und Systematik einschliessen. In zunehmendem Masse können die Dozenten für diese Lehre aber nicht mehr an den Universitäten gefunden werden. Viele Mitarbeiter von Museen sind daher schon heute über einen Lehrauftrag in die universitäre Lehre eingebunden, um diese Lücke zu schliessen. Immer häufiger werden aber systematikrelevante Veranstaltungen auch von Wissenschaftlern durchgeführt, die keine entsprechende Ausbildung haben und keine Forschung in Systematik betreiben. Für fortgeschrittene Studenten gibt es immer weniger Möglichkeiten, sich in Systematik an einer Universität zu spezialisieren.

Systematiker haben es heute äusserst schwer. Die Arbeit des Systematikers erscheint oftmals wenig spektakulär. Nach einer Sammelreise sind umfassende Präparations- und Bestimmungsarbeiten sowie Vergleiche mit Sammlungsexemplaren nötig, so dass die publizistische Umsetzung oft viele Jahre benötigt. Systematisch orientierte Fachzeitschriften werden nur von wenigen Wissenschaftlern zur Kenntnis genommen. Moderne Ranking-Verfahren, die den Wert einer Publikation danach messen, wie oft sie in den letzten zwei Jahren von anderen Wissenschaftlern zitiert wurde (impact factor), erfassen die meisten systematischen Zeitschriften gar nicht, da sie ihre Kriterien nicht erfüllen. Auch im Internet erscheinen solche

Schweizer Wissenschaftler machen Feldarbeiten in allen Regionen der Welt.





Die biologischen Sammlungen haben einen unschätzbaren Wert. Sie illustrieren den Reichtum der Artenvielfalt auf der Erde.



Zeitschriften kaum, da die meisten Internet-Archive nur zehn Jahre zurück reichen. Für die Mehrzahl der nicht systematisch orientierten Wissenschaftler treten systematische Publikationen also kaum in Erscheinung.

Eine im Auftrag der Akademie der Naturwissenschaften durchgeführte Umfrage unter Systematikern der Schweiz hat ergeben, dass viele in der Schweiz vorkommende Artengruppen nur ungenügend untersucht werden können. Während für Vögel und Pflanzen genügend Feldforscher vorhanden sind, mangelt es beispielsweise an Fachleuten für Pilze und die vielen wirbellosen Tiergruppen. Die Umfrage hat zudem ergeben, dass 20 % der befragten Personen älter als 60 Jahre sind, darunter viele Spezialisten für eine bestimmte Artengruppe. Ein Grossteil, auch international anerkannter Systematiker geht also bald in den Ruhestand. Damit droht wertvolles Wissen verloren zu gehen.

Die molekulare Systematik hat sich inzwischen als eigenständiger neuer Zweig der Systematik etabliert. Viele Wissenschaftler sind in Boom-Disziplinen der letzten Jahrzehnte wie Biochemie, Molekular- und Entwicklungsbiologie oder Populationsgenetik tätig. Nachdem sie einzelne Modellsysteme bearbeitet und sich die nötigen Techniken erworben haben, stiessen sie auf vergleichende Fragestellungen: Bei welchen anderen Arten kommt eine bestimmte chemische Verbin-

dung vor? Wie wurden im Verlaufe der Entwicklungsgeschichte bestimmte Strukturen oder modifiziert? Wie wirken sich invasive Arten oder Naturschutzmassnahmen auf bestehende Populationen aus? Die Beantwortung dieser Fragen verlangt gute systematische Kenntnisse und neuere Disziplinen wie chemische Ökologie, Invasionsbiologie oder biologische Schädlingskontrolle haben einen Bedarf an gut ausgebildeten Systematikern, die gleichzeitig über Wissen in weiteren Disziplinen verfügen. Es gibt also entsprechende Professuren an Schweizer Universitäten, die in den letzten Jahren systematisch-orientierte Fragestellungen mitverfolgen. Professuren, die sich nur mit Systematik befassen, sind jedoch in vielen Fällen, zumindest in der Zoologie, verschwunden.

Massnahmen zur Förderung der Systematik

Es ist heute unbestritten, dass die Systematik ein Wissenschaftsbereich ist, der nicht zuletzt auch im Interesse der übrigen Biologie und der Gesellschaft ganz allgemein gefördert werden muss. Hierbei geht es aber nicht um einen einzelnen Fördermechanismus, sondern um eine ganze Reihe von Fördermassnahmen, die die allgemeine Wissenschaftsförderung, die involvierten Wissenschaftler und die beteiligten Institutionen gleichermaßen einbeziehen.

Wissenschaftsförderung

Der Schweizerische Nationalfonds, als wichtigste nationale Forschungsförderungsorganisation, kann in mindestens zwei Bereichen fördernd auf die zukünftige Entwicklung der Systematik einwirken. Anträge im Normalverfahren werden als prioritär oder posterior eingestuft, entsprechend sind ihre Förderchancen. Nachdem in der Vergangenheit Systematik eher posterior eingestuft wurde ist es nun zwingend geboten dies in prioritär zu ändern. Zweitens würde ein zusätzliches Förderprogramm für Projekte in Systematik diesen Wissenschaftsbereich zusätzlich stärken, ihm einen wichtigen Anstoss geben und Nachwuchsförderung ermöglichen. Ein solches Spezialprogramm sollte gezielt qualitativ hochstehende systematische Arbeiten fördern und könnte sich beispielsweise am erfolgreichen US-Programm «Partnerships for Enhancing Expertise in Taxonomy» (PEET) orientieren.

Museen

Grundsätzlich sollten die Museen gestärkt werden, so dass die Systematik dort weiter gepflegt werden kann. Ein personeller Ausbau der Anzahl wissenschaftlicher Mitarbeiter sollte explizit in den Forderungskatalog der Museen aufgenommen werden, wobei auch über den vermehrten Einsatz von zeitlich befristeten Wissenschaftlerstellen nachgedacht werden sollte.

Die Museen sind jedoch aufgefordert, sich vermehrt um Integration in internationale bzw. europäische Strukturen und Programme zu bemühen. Die grossen Schweizer Museen soll-

ten beispielsweise dem *Consortium of European Taxonomic Facilities* (CETAF) beitreten, einem Interessenverband der grössten europäischen Museen aus derzeit 13 Ländern, in dem die Schweiz noch nicht vertreten ist. Diese Initiative fördert insbesondere den Zugang der europäischen Forscher zu Sammlungen, war aber auch sehr erfolgreich im Lancieren europäischer Verbundprojekte und im Einwerben von Forschungsgeldern.

Zudem sollte sich die Schweiz bei den Initiativen GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*), BioCASE (*Biological Collection Access Service for Europe*) und ENBI (*European Network for Biodiversity Information*) vermehrt engagieren. Diese Initiativen haben zum Ziel, die in den Sammlungen vorhandenen Informationen in den kommenden Jahren über das Internet zugänglich zu machen. Durch die Digitalisierung von biologischen Sammlungen können darin enthaltene Informationen leicht für viele Interessierte zugänglich gemacht werden. Hierdurch werden wichtige Grundlagen für innovative Forschung bereitgestellt. Beispielsweise können regionale und globale Verbreitungsmuster von Arten und deren Dynamik nur durch eine Vernetzung der Information über die weltweit gesammelten Organismen verstanden werden, da selbst die grösste wissenschaftliche Sammlung allein kein repräsentatives Bild der jeweiligen Biodiversität vermitteln kann.

Universitäten

Das gegenwärtige Lehrangebot an den Schweizer Hochschulen ist für eine vertiefte Ausbildung in Systematik unzureichend. Die Schweizer Universitäten sind daher aufgefordert, diesen Disziplinen eine angemessene Vertretung im Grundstudium in Biologie (bzw. in den ersten Jahren der Bachelorausbildung) zu gewähren. Hierfür müssen entsprechend ausgebildete Fachkräfte als Dozenten eingesetzt werden. Um die Vernetzung mit den Museen zu fördern, können auch Museumswissenschaftler über Lehraufträge vermehrt in die universitäre Ausbildung integriert werden. Langfristig ist es jedoch auch wichtig, wieder in Erwägung zu ziehen, einen Lehrstuhl in Systematik zu besetzen.

In diesem Zusammenhang darf auch die Lehrerausbildung nicht vergessen werden. Es gibt viele Lehrer auf der Sekundar- bzw. Gymnasialstufe, die nicht fähig sind, die häufigsten Organismen zu benennen. Die Vermittlung von systematischem Wissen und Artenkenntnis ist stark abhängig von den persönlichen Freizeitinteressen und dem da-

Dank dem Internet ist es heute möglich, allen Forschenden die wertvollen Informationen, die in den Schweizer Museen und Institutionen registriert wurden, kostenlos zur Verfügung zu stellen.



mit verbundenen biologischen Fachwissen der Lehrkräfte. Da die Schüler von heute die Studenten und Lehrer von morgen sind, ist es wichtig, in der Lehrerausbildung ausreichende Artenkenntnisse zu vermitteln.

Nach der Bologna-Reform werden die Master-Titel in der Schweiz überwiegend auf Biologie oder Ökologie lauten. Spezialisierte Master mit niedrigen Jahresabschlusszahlen sind durch einen Beschluss der Rektorenkonferenz verhindert worden. Es gibt jedoch die Möglichkeit von Spezialisierungsrichtungen innerhalb eines Masters. Um ein Minimum an Spezialisierung zu ermöglichen, ist auf Masterniveau eine systematisch orientierte Ausbildung anzubieten. Hierfür können entsprechende Studiengänge den Abschluss einer «Spezialisierung in Systematik» innerhalb der bestehenden Master schaffen. Alternativ sollte eine Spezialisierungsrichtung in Biodiversität geprüft werden, die auch bestehende Veranstaltungen in Ökologie oder Paläontologie beinhaltet. Die zugehörigen Masterarbeiten könnten auch von Museumswissenschaftlern betreut werden, so dass zusätzliche Ausbildungsmöglichkeiten für systematische Fragestellungen geschaffen werden.

Die erforderliche Lehre für solch eine «Spezialisierung in Systematik» kann bereitgestellt werden, wenn Fachleute aus den Museen oder aus dem Ausland Spezialveranstaltungen anbieten, die schweizweit angekündigt und anerkannt werden. Eine entsprechende Koordination zwischen den Universitäten und Museen kann mit vergleichsweise geringem Aufwand ein kontinuierliches und diversifiziertes Unterrichtsprogramm gewährleisten. Dieses kann gleichzeitig ganz oder in Teilen als Nachdiplomstudium bzw. Weiterbildungsangebot für Doktorierende und Berufsleute angeboten werden und somit im Rahmen der Nachwuchsförderung eine wichtige Stelle einnehmen.

Es ist wichtig, dass die Lehre in Systematik durch die Universitäten stattfindet. Nur so kann die Qualitätssicherung gewährleistet werden. Durch die Vergabe von *credit points* nach dem *European Credit Transfer System* (ECTS) ist eine Anrechnung der angebotenen Unterrichtseinheiten bei anderen Universitäten möglich. Mittelfristig ergibt sich auch die Möglichkeit der internationalen Einbindung dieser Ausbildung, eventuell auch der Formierung einer *Graduate School in Systematics*.



Jährlich stattfindende Sommerakademien stellen besonders attraktive Kursangebote dar. In systematischen Spezialkursen zu bestimmten Organismengruppen erhalten Studierende, Postgraduierte oder interessierte Berufsleute eine vertiefte Ausbildung. Im Sommer 2005 wurden erstmals, organisiert durch die Museen Basel und Bern sowie das CSCF und unterstützt vom Bundesamt für Umwelt (BAFU), zwei Sommerakademie-Kurse über Spinnen und holzbewohnende Käfer im Rahmen des Masterstudiums der Universität Basel (NLU) auf der Alp Flix in Graubünden angeboten. Eine Initiative der Universitäten Bern und Zürich sowie des Museums Basel bieten zusätzlich systematische Kurse ab 2006 an.

Standesorganisation

Im Frühjahr 2005 gründete sich die Schweizerische Gesellschaft für Systematik (<http://sss.scnat.web.ch>). Dies ist ein wichtiger Schritt zum Aufbau einer Standesorganisation. Diese Gesellschaft wird nicht nur Jahrestagungen organisieren, sondern auch die Bedeutung und den Nutzen der Systematik ins öffentliche Bewusstsein rücken und damit die Grundlage für politisches Handeln schaffen. Zudem wird die Gesellschaft als Ansprechpartnerin für Fragen rund um die Systematik dienen.

Um die Forschungsgemeinschaft zu unterstützen, soll ein Internet-basiertes Verzeichnis der in der Schweiz arbeitenden Systematiker erstellt werden. Das Verzeichnis ermöglicht es Wissenschaftlern, Bund, Kantonen, Gemeinden sowie privaten Büros für eine bestimmte Organismengruppe oder eine bestimmte Region den richtigen Spezialisten zu finden.

Mit der Schaffung eines Internetportals (www.systematik.unibe.ch) zu Lehre und Forschung in Systematik wird das Ziel verfolgt, die Koordination und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Hochschulen und Museen zu stärken. Kernstück wird ein Inventar des schweizerischen Lehrangebots sein. Studierende und andere Interessierte erhalten so die erforderlichen Informationen über die entsprechenden Kurse an verschiedenen Hochschulen.



Visionen für die Zukunft

Die Systematik in der Schweiz ist eine **moderne, integrierende Wissenschaft**, die institutsübergreifend in Museen, Botanischen Gärten und Universitäten gut verankert ist und in der Öffentlichkeit positiv wahrgenommen wird.

Schweizer Systematiker und Systematikerinnen sind **gut organisiert und koordiniert**. Sie sind in nationalen und internationalen Initiativen involviert und genießen weltweit einen hervorragenden Ruf.

Die Sammlungsbestände der Schweizer Museen sind über Internet weltweit verfügbar und die Schweizer Forschenden sind in **internationalen Netzwerken** gut eingebunden.

An den Schweizer Hochschulen findet während der Bachelor-Ausbildung eine Grundausbildung in Systematik statt. Während des Master-Studiums werden weiterführende Lehrveranstaltungen angeboten, dies **spezialisierte Ausbildungsabschlüsse** ermöglichen. Gemeinsam mit den Museen und Botanischen Gärten werden Masterarbeiten und Dissertationen in Systematik angeboten.

Der **Schweizer Nationalfonds** unterstützt durch ein Spezialprogramm die systematische Forschung in der Schweiz und fördert hierdurch Qualität und Kontinuität der Forschung in Systematik.

