

Expeditionen ins Pilzreich Panamas

Pionierarbeit in
einer der
artenreichsten
Regionen
unserer Erde

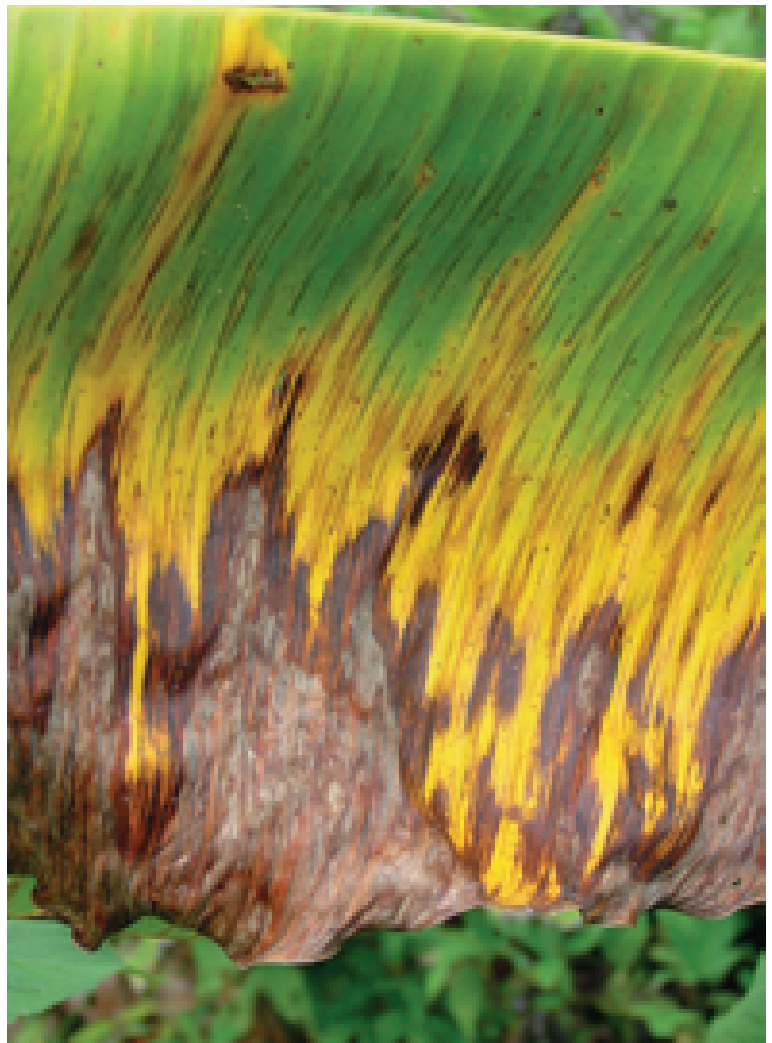
von Meike Piepenbring

Vor zirka 5,7 Millionen Jahren schloss sich die Landbrücke zwischen Nord- und Südamerika im Gebiet des heutigen Panama. Anfang des 20. Jahrhunderts durchbrach sie der Mensch, indem er an der schmalsten Stelle des mittelamerikanischen Isthmus (82 km) den Panama-Kanal baute. Da der Kanal jedoch nicht auf Meereshöhe liegt, sondern die Schiffe durch mehrere Schleusenkomplexe auf zirka 25 m über den Meeresspiegel gehoben werden, stehen die Karibik und der Atlantik nicht in direkter Verbindung zueinander.

Für den Bau des Kanals und zuvor für den Bau einer transisthmischen Eisenbahn kamen Menschen aus aller Herren Länder in die damalige Provinz Panama in Kolumbien, damals La Gran Colombia. Panama war bis dahin nur sehr dünn, vor allem von verschiedenen Gruppen indigener Völker, besiedelt. Im Zusammenhang mit dem Bau des Kanals wurde Panama 1903 unabhängig. Heute sind die meisten Menschen Panamas Mestizen und zeigen eine bunte Mischung indigener, afrikanischer, asiatischer und europäischer Einflüsse. Die Landessprache ist

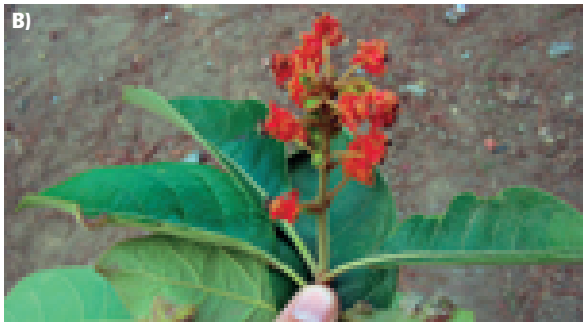
Pilze können auf Kulturpflanzen große Schäden anrichten, wie dieser *Pseudocercospora fijiensis* (Imperfekter Pilz), der Erreger der Sigatoka-Krankheit der Bananen.

Als Brücke zwischen Nord- und Südamerika ist Panama ein »Biodiversitäts-Hotspot« – es beherbergt eine außerordentlich hohe Artenvielfalt an Pflanzen, Tieren und Pilzen. Pilze übernehmen in tropischen Ökosystemen wichtige Aufgaben: Sie zersetzen totes organisches Material, helfen den Pflanzen bei der Aufnahme von Wasser und Mineralstoffen aus dem Boden, und sie leisten sogar als Parasiten einen Beitrag zum Erhalt einer großen Artenvielfalt. Aufgrund einzelner Stichproben wissen wir, dass die Anzahl der Pilzarten in den Tropen diejenige der Pflanzen um ein Vielfaches übertrifft. Doch während für Panama zirka 9500 verschiedene Arten von Gefäßpflanzen bekannt sind, zählt eine im Rahmen unserer Arbeit erstellte Checkliste der Pilze nur zirka 1800 Arten. Das zeigt, dass für die Erforschung der Pilze noch umfangreiche Pionierarbeit geleistet werden muss. Zwischen 2003 und 2006 geschah dies im Rahmen einer Universitätspartnerschaft der Universität Frankfurt mit der Universidad Autónoma de Chiriquí, die durch den Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) gefördert wurde. Im Zentrum eines Projekts der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) steht die Erforschung der Vielfalt und Ökologie pflanzenparasitischer Pilze. Des Weiteren untersucht unsere Arbeitsgruppe Pilze an Insekten sowie an menschlichen Haut- und Nagelläsionen.



Spanisch, das an der Karibikküste mit Englisch kombiniert wird. Auch die Sprachen mancher indigener Gruppen sind noch lebendig.

Das Studium der Biodiversität in Panama ist von großem Interesse, da in diesem südlichsten Land Mittelamerikas zwischen Costa Rica im Westen und Kolumbien im Osten **1** vielfältige tropische Organismen mit Ursprung sowohl in Nord- als auch in Südamerika leben. Ihre Erforschung begann im Bereich der heutigen Kanalzone, in der sich tropischer Tieflandregenwald befindet, und wurde besonders im Zusammenhang mit dem Bau des Kanals durch US-amerikanische Wissenschaftler intensiviert. Schon früh dehnten die Biologen ihre Arbeit auf den Westen Panamas aus, der über das weniger dicht bewaldete Tiefland auf der Pazifikküste vergleichsweise leicht erreichbar war. Heute ist diese Region weitgehend entwaldet und wird von der inter-

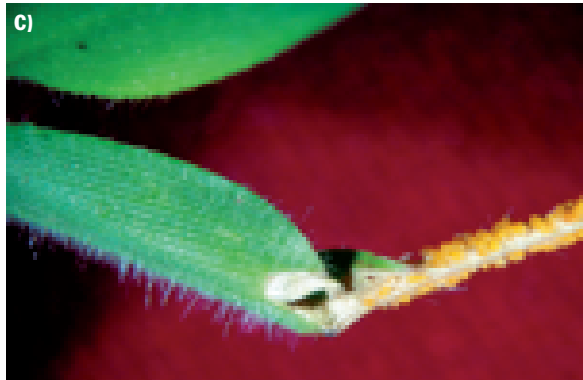


2 Pflanzenparasitische Pilze in Panama

A) Im panamaischen Tiefland bildet der Brandpilz *Leucocinctria scleriae* seine schwarzen Sporenmassen um die Zweige des Blütenstands eines Sauergrases (*Rhynchospora corymbosa*) herum.

B) Der Rostpilz *Crossospora byrsonimae* lässt die Blätter seiner Wirtspflanze (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae) lokal anschwellen. Schließlich platzt das Pflanzengewebe auf, und die Sporen des Pilzes werden freigesetzt.

C) Für diesen Pilz, der orange kugelförmige Fruchtkörper an abgestorbenen Blättern eines Süßgrases bildet, haben wir bis heute keinen Namen gefunden.



amerikanischen Landstraße durchzogen. Sie führt zu der Provinz Chiriquí auf der Pazifikküste, von wo die Provinz Bocas del Toro auf der Karibikküste erreichbar ist. Die im Westen Panamas zirka 100 bis 180 Kilometer breite Landbrücke wird von einer Gebirgskette mit Höhen bis über 3400 Metern über dem Meeresspiegel durchzogen. Während das Klima auf der Pazifikküste durch eine halbjährliche Trockenzeit geprägt ist, die die Ausbildung von Savannen und Trockenwäldern verursacht, ist das Klima in der Nordhälfte Panamas an der Karibikküste das ganze Jahr über mehr oder weniger feucht, und die Berge sind von Regenwäldern bedeckt.

Ökosysteme auf verschiedenen Höhenstufen mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen bieten bei ganzjährig relativ einheitlichen Temperaturen Lebensraum für eine große Vielfalt von Lebewesen. Es handelt sich um einen Biodiversitäts-Hotspot, wie es ihn weltweit nur an wenigen Orten gibt. Weitere Hotspots befinden sich in Ostasien und Teilen des Pazifikraums, in Westafrika, Südafrika und Teilen Südamerikas. Wir kennen für das zirka 75 000 km² große Panama etwa 9500 verschiedene Arten von Gefäßpflanzen – fast drei Mal so viel wie für das ungefähr fünf Mal größere und wesentlich besser erforschte Deutschland! Andere Organismengruppen wie zum Beispiel die Pilze sind ebenfalls sehr vielfältig, aber in Panama wesentlich schlechter bekannt.

1 Panama liegt zwischen Costa Rica im Westen und Kolumbien im Osten. Während auf der Pazifikküste Savannen und Trockenwälder vorherrschen, sind die Berge im Zentrum der Landbrücke und die Nordhälfte Panamas an der Karibikküste von feuchten Regenwäldern bedeckt.



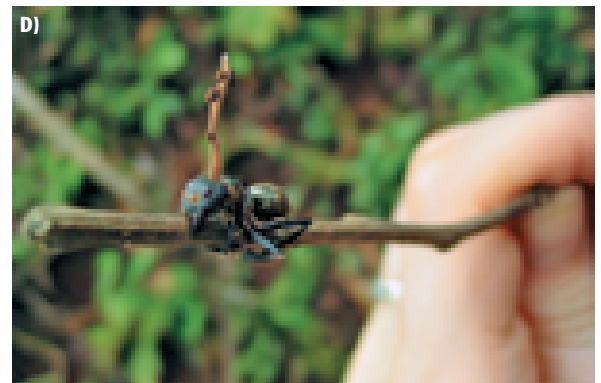
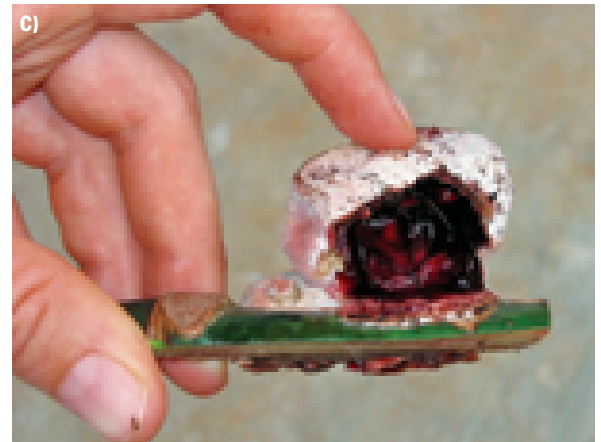
■ Pilze an Insekten in Panama

A) Dieser orange-farbene Pilz ist ein Imperfekter Pilz der Gattung *Aschersonia*. Er befällt Schildläuse, tötet sie ab und nutzt die toten Tiere als Nahrungsquelle (Aufnahme von T. Trampe). Zur Gattung *Aschersonia* entstand in unserer Arbeitsgruppe eine Revision im Rahmen einer Dissertation (Koch 2006).

B) *Hirsutella saussurei* (Imperfekter Pilz) hat diese Wespe getötet und bildet nun auf dem toten Insekt lang gestreckte Sporenlänge.

C) Dieser Schlauchpilz der Gattung *Ascopolyporus* ist in seinem Inneren mit einer roten Gallerte und roter Flüssigkeit gefüllt. Die Funktion der roten Farbe ist unbekannt. Erst kürzlich wurde festgestellt, dass dieser Pilz auf Schildläusen wächst.

D) *Cordyceps* sp. (Schlauchpilz) formt gestielte Sporenbehälter an einer abgetöteten Ameise.



Pilzkunde in Panama

Die Pilzkunde oder Mykologie umfasst mit ihren ökologischen, systematischen und molekularen Ausrichtungen neben organischer Grundlagenforschung zahlreiche Anwendungsgebiete in der Medizin, in der pharmazeutischen Wirkstoffforschung (beispielsweise Antibiotika), der Phytopathologie («Pflanzenmedizin») und Lebensmitteltechnologie. Die Artenzahl der Pilze wird auf weltweit zirka eine Million Arten geschätzt, von denen allerdings erst 72 000 Arten bekannt sind. Damit ist nur die Gruppe der Insekten artenreicher und vergleichsweise schlecht bekannt.

Eine Ursache für unsere unvollständige Kenntnis der Pilze ist die Tatsache, dass das Fach Mykologie in Europa nur an wenigen Universitäten von Fachleuten unterrichtet wird, in tropischen Ländern wie Panama im Prinzip gar nicht, außer im Rahmen der Phytopathologie. Pilze wurden in Panama bisher nur von ausländischen Mykologen untersucht, die meist nur kurze Zeit im Gelände verbrachten, die Pilze sammelten und mitnahmen. Im Ausland wurden die Belege bearbeitet, in vielen verschiedenen Herbarien hinterlegt und die Ergebnisse in nicht panamaischen Zeitschriften publiziert. So kam es, dass Wissen über Pilze Panamas sehr fragmentarisch und weltweit zerstreut in verschiedenen Zeitschriften publiziert worden ist. Um einen Überblick über vorhandene Daten zu bekommen, begann ich vor etwa drei Jahren, alle Nachweise von Pilzen in Panama zu sammeln. Mit Daten aus zirka 300 verschiedenen Publikationen entstand so eine erste Checkliste der Pilze Panamas, mit rund 1800 verschiedenen Arten beziehungsweise Unterarten/Varietäten in 646 Gattungen (Piepenbring 2006).

Pilze benennen ist Detektivarbeit

Der Mykologe David Hawksworth errechnete auf der Grundlage relativ gut bekannter Pilzfloren Faktoren, mit denen man für ein bestimmtes Gebiet die Artenzahl der Pilze abschätzen kann, indem man die Anzahl der für dieses Gebiet bekannten Pflanzenarten mit einem Faktor multipliziert. Für Panama ergibt sich mit dem Faktor 5,3 und einer Artenzahl der Pflanzen von 9500 eine geschätzte Anzahl von über 50 000 Pilzarten. In der Checkliste sind also vermutlich weniger als vier Prozent der in Panama vorhandenen Pilze erfasst. Wir befinden uns bezüglich der Erforschung der Pilze in Panama somit in einer Pionierphase, in der erst einmal Grundla-

genforschung geleistet werden muss, das heißt, Arten müssen gesammelt, beschrieben und benannt werden. Die Benennung (Bestimmung) der Pilze ist außerordentlich schwierig, da für die meisten Pilzgruppen keine Monografien vorliegen, in denen sämtliche weltweit bekannten Arten einer Gruppe vergleichend und mit Schlüsseln versehen vorgestellt werden. Wir müssen also für eine Bestimmung in der Regel viele kleine, teilweise sehr alte Publikationen konsultieren. Die alten Beschreibungen sind häufig für eine genaue Bestimmung unzureichend, weshalb wir alte Herbarbelege zum Vergleich studieren. Diese wiederum bestehen jedoch oft nur noch aus Fragmenten. Die Recherche gleicht einer Detektivarbeit!

Heute können wir anhand frischer Belege wesentlich mehr Merkmale für die Beschreibung und systematische Einordnung der Arten ermitteln als früher. Neben der Lichtmikroskopie nutzen wir die Raster- und Transmissionselektronenmikroskopie sowie die Basensequenzen von ausgewählten DNA-Abschnitten. Um korrekte

Namen zu vergeben, müssen wir jedoch der Frage nachgehen: Hat in der Vergangenheit schon jemand genau diesen Pilz beschrieben und benannt? Bei entsprechender Recherche findet man unter Umständen sogar denselben Pilz unter mehreren Namen! Nur der älteste korrekt aufgestellte Name ist gültig, spätere Namen sind Synonyme. In anderen Fällen kann trotz intensiver Suche kein Name für den Pilz gefunden werden, so dass wir den Pilz als neue Art mit einem Namen versehen **4**. Die Kunst der korrekten Namensgebung, die Taxonomie, ist unverzichtbar für jegliche Forschung an Organismen. Nur wenn ein Pilz einen eindeutigen Namen hat und aufgrund der publizierten Beschreibung verlässlich wiedererkannt wird, können weitere Daten zu ihm recherchierbar publiziert und ausgewertet werden. Nur auf der Grundlage eines gut geordneten Systems können wir Wissen zu den einzelnen Arten sammeln, übergreifende systematische Zusammenhänge erkennen und stammesgeschichtliche Entwicklungen nachvollziehen. Das Wissen zu jeder Pilzart umfasst unter anderem detaillierte Angaben zu ihrer Lebensweise und Informationen bezüglich ihrer Inhaltsstoffe, die für die pharmazeutische Industrie von großem Interesse sein können.

15 Jahre auf der Spur tropischer Pilze

Um tropische Pilze taxonomisch zu bearbeiten, ist es für den einzelnen Wissenschaftler sinnvoll, sich auf eine systematische Gruppe zu konzentrieren. Ich selbst wählte vor 15 Jahren die Brandpilze **2**, die ich vor allem in der Neotropis (tropische Regionen Mittel- und Südamerikas sowie die Inseln der Karibik) sammelte (Piepenbring 2003). Im Rahmen dieser Arbeit besuchte ich Panama erstmalig 1994. Inzwischen bearbeite ich mit meiner Arbeitsgruppe Pilze verschiedener systematischer Gruppen, und zwar überwiegend pflanzenparasitische Pilze und Pilze an Insekten, die wir insbesondere in Panama sammeln. Diese Pilze sind häufig Erstnachweise für Panama, wir finden neue Arten und manchmal neue Gattungen. Auch die Entdeckung einer Wirtspflanzenart, die für eine pflanzenparasitische Pilzart noch nicht bekannt war, ist ein wichtiges Ergebnis, da unsere Kenntnis der Wirtsspektren tropischer Pilze bisher nur sehr fragmentarisch ist.

Im Projekt »Pflanzenparasitische Mikropilze im Westen Panamas« sammeln wir an ausgewählten Standorten pflanzenpathogene Pilze jeglicher systematischer Zugehörigkeit **2**. Diese können wir zwar nicht alle bestimmen, erhalten dafür aber Daten über das Vorkommen der verschiedenen Gruppen in verschiedenen Habitaten und die Ökologie der Pilze. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt liegt bei Pilzen an Insekten **3**. Manche Pilze töten Insekten und regulieren so in der Natur die Größe von Insektenpopulationen. Der Mensch kann ausgewählte, gut bekannte Pilzarten vermehren und zur biologischen Kontrolle von Schadinsekten nutzen.

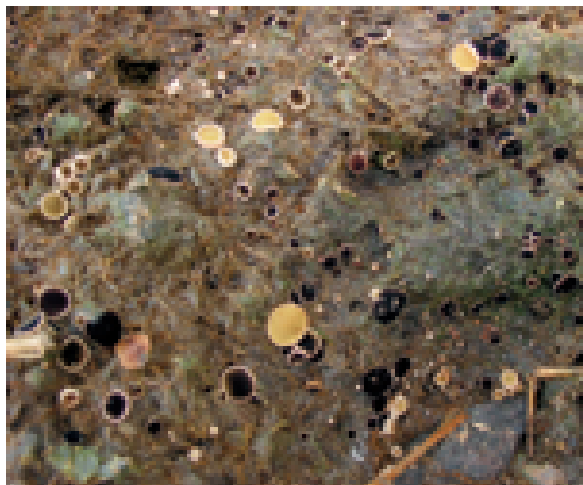
Die Bearbeitung von Pilzen an menschlichen Haut- und Nagelläsionen ist von medizinischer Relevanz für die Dermatologie. Wenn der Erreger einer Krankheit bekannt ist, kann er nämlich gezielter bekämpft werden. Unsere Untersuchungen von Pilzen an Patienten in Panama zeigen, dass neben den typischen Haut- und Nagelpilzen (Dermatophyten), zu denen auch der Fußpilz gehört, zahlreiche Pilzarten, die uns aus der freien

Natur bekannt sind, unter bestimmten Umständen den Mensch als Substrat nutzen. Zu diesen Umständen zählen das tropisch warme Klima, Verletzungen, häufiger Kontakt mit Chemikalien, wie zum Beispiel Pestiziden, und Abwehrschwäche. Die meisten Pilze, mit denen wir tagtäglich in Kontakt kommen, stellen für gesunde Menschen keine Gefahr dar.

Die mykologische Forschung in Panama fördern

Im Rahmen der mykologischen Forschung gibt es in Panama viel zu tun. Es gilt, zahlreiche offene Fragen zur Diversität, Ökologie, Taxonomie, Systematik und Anwendung zu beantworten. Viele interessierte Wissenschaftler werden gebraucht, weshalb der Lehre zur Mykologie eine entscheidende Rolle zukommt. Daher unterrichte ich seit 1998 in Panama im Rahmen von Kurzzeitdozenturen mit Finanzierung durch den DAAD vor allem im Westen des Landes an der Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), aber auch in Panama Stadt an der Universidad de Panamá. 2002 wurde ein Kooperationsvertrag zwischen der UNACHI und der Universität Frankfurt unterschrieben, so dass zwischen 2003 und 2006 Mittel des DAAD für Austauschmaßnahmen im Rahmen der Universitätspartnerschaft zur Verfügung standen. Thematisch waren die Maßnahmen schwerpunktmäßig ausgerichtet auf die Verbesserung und Erweiterung der Lehre zur Biologie, insbesondere der Mykologie und Botanik, im Rahmen einer an der UNACHI erstmalig etablierten Maestría (Master) in Biologie. Es wurden nicht nur mykologische Teilprojekte, sondern auch Projekte zu Höheren Pflanzen, zur klinischen Mikrobiologie, Ökologie, Zoologie, Ökophysiologie und Mooskunde gefördert.

Während der vier Jahre unserer Universitätspartnerschaft wurden 47 Austauschreisen gefördert: Von deutscher Seite nahmen acht Studenten und neun Professoren beziehungsweise Hochschuldozenten teil. Im Gegenzug besuchten zehn Studenten und fünf Hochschullehrer aus Panama die Universität Frankfurt. Au-



4 Dieser Becherling (Schlauchpilz) auf einem Kuhfladen wechselt seine Farbe von dunkelbraun nach gelb, wenn er reif ist und austrocknet beziehungsweise angestoßen wird. Der Farbwechsel geschieht dadurch, dass er seine dunklen Sporen ausschleudert und so die jungen orange gefärbten Sporensäcke sichtbar werden. Wir haben noch keinen Namen für ihn gefunden.




Workshop zur Mykologie in Panama 2005. Im Rahmen des Workshops wurde mykologisches Wissen von zwei deutschen Professoren der Mykologie (Prof. Dr. Gerhard Kost von der Universität Marburg ist auf dem Bild nicht zu sehen), und jeweils einem deutschen und einem brasilianischen Hochschuldozenten der Mykologie zusammengeführt. Diese sowie panamaische und deutsche Dozenten und Studenten hatten somit die Möglichkeit, bei Exkursionen, Laborarbeit und Seminaren viel voneinander zu lernen.

nerschaftsphase liegen 46 Bildbögen vor, zwölf zu Pilzen, 32 zu Pflanzen und zwei zu Tieren im Westen Panamas (von der Autorin als CD erhältlich).

Bedrohte Vielfalt

Wie in anderen tropischen Ländern werden auch in Panama jedes Jahr Urwälder großflächig und unwiederbringlich zerstört. Dazu kommt seit mehreren Jahren eine deutliche Klimaveränderung. Regen- und Trockenperioden wechseln sich nicht mehr zu bestimmten Zeiten des Jahres ab, sondern beginnen und enden unvorhersagbar. Die an einen geregelten Wechsel der Jahreszeiten angepassten Organismen werden nur schwer überleben können und von vergleichsweise wenigen flexibleren Arten verdrängt werden. Durch Waldzerstörung und Klimaveränderung verlieren zahlreiche Pilze, vor allem diejenigen, die wir bisher kaum oder noch gar nicht kennen, ihren Lebensraum. Arten, denen wir noch nicht einmal einen Namen gegeben haben und die uns vielleicht von großem Nutzen gewesen wären, sterben aus. Für die Einheimischen ist die hohe Artenvielfalt auf dem Land alltäglich, den Menschen in den Städten ist sie jedoch teilweise völlig unbekannt. Dadurch, dass wir als deutsche Wissenschaftler die Biodiversität mit großer Begeisterung studieren, zeigen wir, welche großen Reichtümer die Panamaer besitzen und zunehmend verlieren. ♦

ßerdem wurden ein Frankfurter Doktorand aus der Dominikanischen Republik und ein Hochschuldozent aus Brasilien einbezogen. Es wurden zwei internationale Workshops organisiert, einer zu Samenpflanzen (2004) und einer zur Mykologie (2005) . Deutsche Dozenten lehrten an der UNACHI im Rahmen dieser Workshops, führten drei Fortbildungskurse sowie neun Master-Module beziehungsweise Postgraduierten-Kurse durch. Alle Reisen dienten der Sammlung und Analyse von Daten, die für Abschlussarbeiten oder Publikationen genutzt wurden. Die Bilanz: Bis Ende 2006 wurden von panamaischen Wissenschaftlern zwei Promotionen und sechs Licenciatura-Arbeiten abgeschlossen. Zwei Maestría-Arbeiten werden 2007 beendet. An der Universität Frankfurt flossen in Panama gewonnene Ergebnisse im Arbeitskreis Piepenbring ein in drei abgeschlossene und vier laufende Promotionen, zwei Diplom-Arbeiten und drei Staatsexamensarbeiten. Zehn Publikationen zu Pilzen und Pflanzen Panamas sind bis Ende 2006 erschienen, weitere sind in Vorbereitung. Panamaische Artenvielfalt stand im Zentrum von 21 Beiträgen zu internationalen Tagungen. Ein weiteres Ergebnis der Zusammenarbeit ist die Schaffung einer naturwissenschaftlichen Zeitschrift »Puente Biológico«.

Da für die tropische Artenvielfalt Panamas kaum illustrierte Bestimmungsbücher existieren, haben wir begonnen, digitale Bilder von Organismen mit mehr oder weniger sicherer Namensgebung auf so genannten Bildbögen zusammenzustellen. Zum Ende der ersten Part-

Literatur

Piepenbring, M. (2003), Smut fungi (Ustilaginomycetes p.p. and Microbotryales, Basidiomycota), Flora Neotropica Monograph 86, New York Botanical Garden Press, New York.	Piepenbring, M., <i>Inventoring the fungi of Panama – Biodiversity and Conservation</i> (elektronisch veröffentlicht).	Piepenbring, M. (2006), Checklist of fungi in Panama, Puente Biológico (Revista Científica de la Universidad Autónoma de Chiriquí) 1: S. 1–195.
--	--	---

Die Autorin



Prof. Dr. Meike Piepenbring, 39, studierte Biologie in Köln mit einem Auslandsstudienjahr in Frankreich. Von 1991 bis 2001 arbeitete sie am Lehrstuhl von Prof. Dr. Franz Oberwinkler in Tübingen mit Pilzen. 2001 erhielt sie einen Ruf an die Universität Frankfurt, wo sie eine eigene Arbeitsgruppe zur Mykologie aufbaute. Seit 1992 reist sie regelmäßig in die Neotropis, zur Forschung und Lehre zu Pilzen und Pflanzen. Von 2003 bis 2006 koordinierte sie als Hauptverantwortliche die Austausch-Aktivitäten im Rahmen einer Hochschulpartner-

schaft mit der Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI) im Westen Panamas mit Finanzierung durch den DAAD. Sie leitet im Rahmen eines DFG-Sachmittelprojekts Forschungsarbeiten zu pflanzenparasitischen Mikropilzen im Westen Panamas. Ihre Ziele sind die Verbesserung der Lehre zur tropischen Mykologie und die Förderung der mykologischen Forschung von Nachwuchswissenschaftlern in Panama. Als Präsidentin der Deutschen Gesellschaft für Mykologie setzt sie sich auch in Deutschland dafür ein, dass Pilzen in Lehre, Forschung und öffentlicher Wahrnehmung die Rolle zugestanden wird, die ihnen aufgrund ihrer großen Artenvielfalt und Schlüsselfunktionen im Ökosystem in der Natur zukommt.