

15-Zentimeter-Falter Foto S. J. Phillips



Die Affenbrotbäume in den Trockengebieten sind Biotop und Symbol. Foto S. J. Phillips



Larvensifakas Foto M. Vences



Plattschwanzgecko, der meist an Bäumen „klebt“. Foto Piotr Naskrecki

Ein Masterplan für die biologische Schatzinsel

Madagaskar ist das Paradies vieler Naturforscher – ein extrem gefährdetes Paradies. Die Tier- und Pflanzenwelt auf dieser großen Insel vor Afrikas Ostküste ist einzigartig. Die meisten Arten kommen nirgendwo sonst auf der Welt vor. Die Lemuren etwa – Halbaffen mit katzenartiger Schnauze und großen Augen – sind fraglos die prominentesten Vertreter unter ihnen. Fast schon unnatürlich bunt gefärbte Baumfrösche, bizarre dreißig Zentimeter große Plattschwanzgeckos – eine schier unermessliche Vielfalt von Kleintieren lebt in den Regenwäldern und Trockenregionen der Insel.

Seit mehr als fünfzehn Jahren beschäftigen wir uns in unseren Forschungsarbeiten mit diesem faszinierenden „Mikrokontinent“ und arbeiten dabei eng mit Kollegen der Universität Antananarivo zusammen. Um eine tropische Tiergruppe – in unserem Fall hauptsächlich die Frösche und Reptilien – als Modell für evolutionsbiologische und tiergeographische Forschungen zu etablieren, ist viel Geduld erforderlich. Zunächst müssen alle Arten erfasst und ihre Verbreitung und Lebensweise dokumentiert werden, was beschwerliche Expeditionen in unzugängliche Regenwälder, Bergregionen und Dornbuschsavannen erfordert. Eine Sisyphus-Arbeit: Während in Deutschland vierzehn Arten von Froschlurchen vorkommen, leben auf Madagaskar 240 Froscharten auf einer nicht viel größeren Landesfläche. Und viele neue Arten werden noch immer jedes Jahr entdeckt.

So faszinierend diese Entdeckungsbearbeitung ist, so frustrierend kann sie auch sein. Denn die Vielfalt der Tiere und Pflanzen Madagaskars ist extrem stark gefährdet. Häufig kehren wir nach einigen Jahren in zuvor kartierte Gebiete zurück, nur um festzustellen, dass der Urwald in der Zwischenzeit restlos gerodet worden ist. Die Ödnis der vielen oft vollständig baumlosen, von Erosion gezeichneten und fast menschenleeren Landschaften ist erschreckend, gerade wenn man am Tag zuvor noch die überquellende Natur in einem Regenwald vor Augen hatte.

Madagaskar wurde so zum Menetekel für ein globales, aber immer noch zu wenig beachtetes Phänomen: die Biodiversitätskrise – die Gefahr eines weltumspannenden Artensterbens.

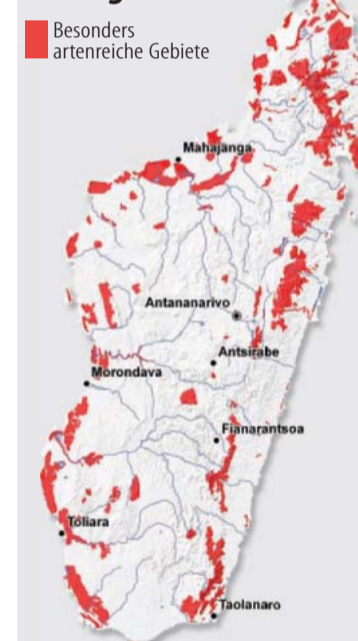
Naturschutz – so schien es uns tatsächlich immer wieder – ist in Madagaskar fast aussichtslos geworden. Die Insel gehört zu den ärmsten Ländern der Welt. Im Unterschied zu anderen Tropenstaaten geht die Abholzung nicht so sehr auf das Konto profitgieriger Holzfirmen. Der Wald wird zum größten Teil von armen Bauern in Handarbeit zerstört. Durch Brandrodung gewinnen sie kurzfristige neue Acker- und Weideflächen, Bauholz und Holzkohle. All das sichert ihnen ein bescheidenes Auskommen, auch wenn sie bereits heute unter stark steigenden Reispreisen leiden. Dass dieser Raubbau schon mittelfristig die eigene Lebensgrundlage zerstört, sehen sie dabei nicht – noch nicht jedenfalls.

Gleich nachdem die ersten Menschen vor rund zweitausend Jahren Madagaskar von Südostasien aus besiedelten, ging es mit der Natur steil bergab. Als dann die Europäer kamen, waren bereits alle spektakulären Großtiere von der Insel verschwunden, darunter fast

Madagaskar war als weltweit einmaliges Naturparadies fast schon verloren. Jetzt haben Forscher das Fundament für eine Wende gelegt.

Von Frank Glaw und Miguel Vences

Madagaskar



Quelle / Kartendatei: Conservation International, R. Mittermeier / Foto Terra/Nasa Überarbeitung F.A.Z.-Grafik heu.

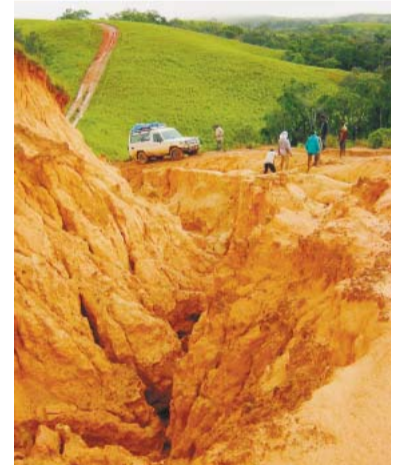
menschengroße Riesenlemuren, über drei Meter große Elefantenfußstrauße, Flusspferde und Riesenschildkröten. Die Zerstörung ging rapide und ungebremst weiter. Besonders dramatisch war der Waldverlust in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts. Im Jahr 1990 schlugen Forscher Alarm: Vergleiche von Luftbilddaten aus dem Jahr 1950 mit Satellitenbildern von 1985 zeigten eine erschreckende Bilanz. Demnach hatte sich die Waldfläche in diesen 35 Jahren ungefähr halbiert, insgesamt neunzig Prozent waren bereits verschwunden. Bei gleichbleibendem

daten beteiligt. Die im aktuellen Heft der Zeitschrift „Science“ (Bd. 320, S. 222) veröffentlichte Prioritätensatzung ist die bislang weltweit umfangreichste Analyse dieser Art. Mit einem neuartigen computergestützten Verfahren wurden die genauen Verbreitungsgebiete der Arten modelliert. Die kombinierte Analyse mit eigener entwickelter Software zeigte, dass es nicht wie im Naturschutz bisher oft üblich, eine einzelne Organismengruppe gibt, auf die man sich zu konzentrieren hat – deren Schutz den der anderen Gruppen mit sicherstellen könnte. Allein bei der kombinierten Analyse aller

wird es nun, den Schutz der ausgewählten Gebiete zu verwirklichen. Denn schon heute sind einige Schutzgebiete großflächig mit Feldern, Plantagen und den allgegenwärtigen Zebu-Rindern durchsetzt.

Die madagassische Regierung hat 2004 eine Zukunftsvision „Madagascar, naturally“ verfasst, die dem Erhalt der natürlichen Lebensräume eine große Bedeutung beimisst – nicht zuletzt wegen der wirtschaftlichen Bedeutung des Natourismus. Zur Umsetzung ist der „Madagascar Action Plan“ ins Leben gerufen worden. Dieser soll bis 2012 zu einer

Biodiversität ist einer der größten, auch ökonomisch bedeutenden Schätze Madagaskars. Überall ist die Artenvielfalt aber durch Brandrodungen und nachfolgend durch die Bodenerosion gefährdet, wie Satellitenbilder regelmäßig zeigen. Die leuchtend grünen Taggeckos (Bild oben: *Phelsuma lineata*) sind davon ebenso betroffen wie die madagassischen Giftfrösche (*Mantella madagascariensis*, rechtes Bild) sowie die noch viel stärker bedrohten Goldfröschen, *Mantella aurantiaca*.



Erodierte Erde Foto Alison Cameron



Neu entdeckt: Baumfrosch Foto Vences



Zerstörungstempo wären Madagaskars verbliebene Naturwälder im Jahr 2020 praktisch verschwunden.

Heute, zwölf Jahre vor 2020, sieht die Situation ein wenig besser aus als befürchtet: Für den Naturschutz auf Madagaskar ist es zwar fünf vor zwölf, aber eben noch nicht zu spät. Im Unterschied zu den bereits seit Jahrhunderten ausgestorbenen Großtieren scheinen die allermeisten Kleintiere bis heute überlebt zu haben, wenn auch zum Teil nur in kleinen, isolierten Restbeständen.

Im Jahr 2002 kam es zur politischen Wende: Mit Marc Ravalomanana als neuem Präsidenten Madagaskars wurde erstmals die Dringlichkeit des Naturschutzes im Land erkannt. Ein Jahr später erklärte er auf einer Konferenz im südafrikanischen Durban, die Schutzgebietsflächen in wenigen Jahren auf rund zehn Prozent der Landesfläche auszudehnen. Dieses mutige Ziel, die sogenannte „Durban Vision“, ist eine einzigartige Chance für den Naturschutz. Bis Ende 2006 waren bereits zahlreiche neue Schutzgebiete identifiziert. Nun steht die Auswahl des letzten Drittels an.

Um bei der richtigen Prioritätenfindung zu helfen, haben sich 22 Forscher aus sechs Ländern zusammengeschlossen und die Verbreitungsgebiete von 2315 einzigartigen Tieren und Pflanzen analysiert. Wir sind mit den Amphibien-



Fotos F. Glaw, M. Vences, Miroslav Honzák

Gruppen konnte ein Modell entwickelt werden, welches bei einer minimalen Ausweitung der Schutzgebietsfläche einen Schutz aller Arten sicherstellt.

Mit der Studie liegt nun eine exakte Karte vor, die als Grundlage für eine Ausweitung der Naturschutzgebiete dienen kann. Ein interessanter Befund ist auch, dass nicht allein Madagaskars Wälder schützenswert sind, sondern auch einige bisher vernachlässigte Gebiete im zentralen Hochland und entlang der Ostküste, wo gerade unter den Fröschen viele bedrohte Arten vorkommen.

Die neu entwickelten Verfahren können auch als Vorbild dienen, wie Naturschutzplanung in anderen Ländern zu betreiben ist. Für kein anderes tropisches Land liegt bislang eine ähnlich detaillierte Datenbasis vor. Diese Datensammlung kam nur zustande, weil viele Spezialisten über Jahrzehnte bestimmte Tier- und Pflanzengruppen erfasst und untersucht haben. Biologische Grundlagenforschung kann also direkt in angewandten Naturschutz münden. Doch dazu ist eine langfristige Ausrichtung der Forschungsprojekte erforderlich. Verbesserte Förderung solcher umfassender Arteninventare wird beispielsweise gerade auch in Deutschland benötigt.

Die nun vorgeschlagene optimierte Auswahl der Naturschutzgebiete kann nun ein erster Schritt sein. Schwieriger

deutlichen Verbesserung der Lebensbedingungen der Bevölkerung führen. Darin verpflichtet sich Madagaskar nicht nur zu guter Regierungsführung, zur Verbesserung der Infrastruktur, zur Reform des Bildungssystems, zur Intensivierung der Landwirtschaft, zu einer effizienteren Familienplanung und zur Beschleunigung des Wirtschaftswachstums – ganz zentral ist darin auch der Schutz der Naturreichtümer.

Madagaskar geht dabei einen ganz eigenständigen Weg. Die Bevölkerung soll unmittelbar mit einbezogen werden. Hierzu finden in allen Gemeinden öffentliche Versammlungen und Diskussionen statt, nach denen die Einzelpläne jeweils angepasst und weiterentwickelt werden. Teile des Aktionsplans werden sicher in der praktischen Umsetzung scheitern, doch der Ansatz ist vielversprechend. Madagaskar braucht kreative Konzepte und langfristige internationale Unterstützung, um seinen großen Artenreichtum für sich und den Rest der Welt zu bewahren. Die bisherigen Entwicklungen stimmen jedenfalls optimistisch. Das Paradies bekommt eine neue Chance.

Frank Glaw ist Kurator an der Zoologischen Staatssammlung München, Miguel Vences Professor für Evolutionsbiologie an der Technischen Universität Braunschweig. Ihre Forschungsarbeiten in Madagaskar werden hauptsächlich von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Volkswagen-Stiftung unterstützt.

Alterspyramide

Zu den Sternen – K Swesdat – laute das Motto der ersten russischen Raumfahrer, die denn auch Kosmonauten genannt wurden: Segler in den kosmischen Weiten. Da schwang die Sehnsucht mit; denn über den Mond ist die bemannte Raumfahrt seitdem nicht hinausgekommen. Ein winziger Schritt für den Menschen, wenn man die Unermesslichkeit des Kosmos als Maßstab nimmt. Die Sehnsucht muss auch bei einer gerade verkündeten Ausschreibung der europäischen Raumfahrtbehörde Esa erhalten, die jetzt ihr Astronautenkorps auffrischen und erweitern will. Solche Ausschreibungen hatte es bei der Esa bislang zweimal – 1978 für den Flug des Weltraumlabor Spacelab und 1992 für den Betrieb des Weltraumlabor Columbus – gegeben. Nun lautet das neue Motto: „Zur Internationalen Raumstation, zum Mond und darüber hinaus“. In einschlägigen Institutionen hat das schon zu lebhaften Debatten geführt. Viele dort wollen sich gleich bewerben. Verständlich, denn der Beruf des Raumfahrers steht nicht nur wegen seiner Exklusivität hoch im Kurs. Schon der Gedanke, schwerelos durch die Raumstation zu schweben, sorgt für Leichtigkeit. Aber vor dem Erfolg steht der Schweiß, hinter dem Schweiß aber nicht immer der Erfolg. 1993 verließen Heike Walpot und Renate Brümmer frustriert das deutsche Astronautenkorps – dem sie seit 1987 angehörten –, weil sie keine Chance sahen, tatsächlich an einem Raumflug teilzunehmen. Der Bedarf an Astronauten war zu klein. Auch jetzt stellt sich die Frage nach dem Bedarf. Dass die Esa ihr Astronautenkorps, das im Moment aus acht Männern im Alter von 43 bis 56 Jahren besteht, verjüngen will, ist verständlich. Und einige der Bewerber, über deren Annahme Anfang 2009 endgültig entschieden werden soll, könnten wohl noch zur Raumstation fliegen. Ob die Esa später mehr als zwei oder drei Astronauten für Flüge zum Mond benötigt, wäre zu klären. Die Aussage der amerikanischen Raumfahrtbehörde Nasa, alle wichtigen Entwicklungen für den Mondflug selbst leiten zu wollen, klingt nicht verlockend. Möglicherweise sind die Europäer nur als kosmische Kabelträger willkommen. Vielleicht sollten sie die Gelegenheit nutzen und den kürzlich mit dem unbemannten Raumtransporter ATV eingeschlagenen Weg zu mehr Unabhängigkeit von Washington bei der bemannten Raumfahrt ausbauen. Und darüber hinaus? Das kann eigentlich nur bedeuten, dass die neuen Astronauten im Rentenalter – vorher sicher noch nicht – zum Mars fliegen sollen. Ganz im Sinne der Beschäftigung der Alten, deren Anteil an der Bevölkerung sich durch den Wandel der Alterspyramide in Zukunft drastisch vermehren wird. G.P.

Demenz durch verengte Blutgefäße

Schwere Störungen der geistigen Fähigkeiten beruhen offenbar häufiger als bislang angenommen auf einer Mangel durchblutung des Gehirns. Das zeigen eingehende Untersuchungen der Gruppe um Thomas Montine von der University of Washington an mehr als dreitausend verstorbenen Männern und Frauen, die zu Lebzeiten an einer Demenz gelitten hatten. Nur bei gut der Hälfte fanden sie die für die Alzheimer charakteristischen Proteinablagerungen oder die für eine andere Demenz typischen Lewis-Körperchen im Gehirn. Jeder Dritte hatte keine krankhaften Proteinablagerungen. Bei ihnen waren vor allem die kleinen Blutgefäße verengt, was zur Unterversorgung mit Sauerstoff und Zucker führte. Die Bekämpfung des Bluthochdrucks, der Zuckerkrankheit und anderer gefäßschädigender Leiden diene also auch der geistigen Gesundheit. bh

HEUTE

Der Schrott über uns

Explosionen ausrangierter Raketenstufen und gezielte Abschüsse von Satelliten haben in den Erdumlaufbahnen Abfall hinterlassen, der mittlerweile zu einem deutlichen Risiko geworden ist. Seite N2

Ein Motor für die Nanowelt

Mit zwei Kohlenstoffröhren, die ineinanderstecken, haben Forscher einen winzigen Motor gebaut. Das obere Röhren gleitet entlang des unteren Nanozylinders, wobei es ein Goldteilchen transportiert. Seite N2

Bildung gegen Bildungsgut

Friedrich Schlegel inaugurierte so manches: die indischen Sprachstudien und die Kenntnis der Romania in Deutschland. Nun aber gilt manches in seinem Werk auch als Vorläufer des Nationalismus. Seite N3

Nicht nur Wüstenstaub lässt Plankton erblühen

Submarine Vulkane vor Sibirien: Eine zweite Quelle für düngendes Eisen am Meeresboden entdeckt

Jeder Kleingärtner weiß, wie wichtig das Düngen für das Wachstum von Pflanzen ist. Auch das Phytoplankton im Meer kommt nicht ohne Düngung aus. Erst wenn genügend molekulares Eisen im Wasser ist, können diese Kleinstlebewesen Nitrate binden und damit in großem Stil wachsen. Bisher haben die Wissenschaftler angenommen, die wichtigste Quelle für den Eisendünger im Meer sei mit dem Wind verfrachteter Wüstenstaub. Ein amerikanisches Forscherduo hat jetzt aber im Nordpazifik eine mindestens ebenso wichtige Quelle für das Düngemittel nachgewiesen. Dort stammt eine große Menge des Eisens aus den submarinen vulkanischen Gesteinen des Feuerings um den Pazifik.

Lange Zeit hat der Nährstoffkreislauf in den Meeren den Ozeanographen ein

Rätsel aufgegeben. Es gibt nämlich große Bereiche in den Ozeanen, in denen zwar erhebliche Mengen an Nährstoffen im Wasser gelöst sind, gleichzeitig aber außerhalb des Meeresboden Phytoplankton zu finden ist. Dieser Mangel wurde darauf zurückgeführt, dass die mikroskopische Meeresflora in diesen Seegebieten sehr wohl wachse, aber unmittelbar von dem Zooplankton, das auf der nächsthöheren Stufe in der marinen Nahrungskette steht, gefressen werde. Als sich aber herausstellte, dass in den betreffenden Regionen überhaupt nur eine geringe Zahl von Lebewesen vorkam, wurde diese Hypothese als falsch verworfen.

Vor knapp zwanzig Jahren schließlich fand der inzwischen verstorbene kalifornische Meereskundler John Martin heraus, dass molekulares Eisen eine wichtige Rol-

le beim Wachstum der mikroskopisch kleinen Meeresflora spielt. Der Forscher entwickelte seine Hypothese, nachdem er große Meeresgebiete im äquatorialen Pazifik und in den Polarmeeren untersucht hatte. Er meinte, das Phytoplankton könne in einigen Gebieten trotz der vielen Nährstoffe im Wasser nicht wachsen, weil ein wichtiges Spurenelement fehle – das Eisen.

In den nährstoffreichen Gewässern vor der Antarktis haben Martins Mitarbeiter vom Meeresforschungslabor in Moss Landing (Kalifornien) die Hypothese überprüft. Sie füllten einige Dutzend Erlenmeyerkolben mit Wasser aus dem Südozean. In einige Flaschen fügten sie Eisen hinzu, die anderen ließen sie unberührt. Schon nach wenigen Tagen waren in allen mit Eisen gedüngten Kolben große Men-

gen Algen gewachsen. In den anderen Flaschen konnten die Forscher dagegen nur geringe Mengen an Phytoplankton nachweisen.

Einige Jahre später entdeckte James Bishop vom Lawrence Berkeley National Laboratory eine ergiebige Quelle für das Eisen. Mit zwei von ihm entwickelten, automatisch arbeitenden Messsonden stieß er im Pazifik vor Alaska auf eine intensive Planktonblüte, die sich wenige Tage, nachdem ein Sturm große Mengen Staub aus der Wüste Gobi über das Seegebiet geweht hatte, entwickelte. Inzwischen ist der Zusammenhang zwischen Wüstenstaub und Planktonblüte in vielen Meeresgebieten nachgewiesen worden.

Zusammen mit Phoebe Lam hat Bishop nun eine weitere Quelle für das düngende Eisen entdeckt. Bei Messungen im

Schelfgebiet des Nordpazifiks vor der Halbinsel Kamtschatka und den Kurilen stellten die beiden Forscher hohe Eisenkonzentrationen in 100 bis 200 Meter Wassertiefe fest. Chemische Analysen ergaben, dass dieses Eisen nicht aus dem Wüstenstaub stammt, sondern submarinem vulkanischem Gestein ausgelagert wurde. Wie die Forscher in einer der nächsten Ausgaben der „Geophysical Research Letters“ schreiben, sind die für die Planktondüngung zur Verfügung stehenden Mengen an „vulkanischem Eisen“ im Nordpazifik mindestens ebenso groß wie die Mengen an dem aus Wüsten stammenden Eisen. Noch ist nicht klar, ob das aus den untermeerischen Vulkangesteinen ausgelagerte Eisen nur regional im Nordpazifik oder in allen Meeren vorkommt. HORST RADEMACHER