

Biogeographische Bedeutung des Mangoro-Flusses an Madagaskars zentraler Ostküste

Von Maciej Pabijan, Philip-Sebastian Gehring und Miguel Vences

DGHT
Wilhelm-
Peters-
Fonds

Madagaskars beeindruckende Vielfalt an zumeist endemischen Lebensformen hat seit jeher Biologen fasziniert und führt sie früher oder später zu den selben Fragen: **Wie viele Arten gibt es eigentlich auf diesem Mikrokontinent, und welche Entstehungsursachen haben zu ihrer Einzigartigkeit geführt?**

In der Wissenschaft haben diese Fragen in den letzten zwei Jahrzehnten an besonderer Aktualität gewonnen, und inzwischen stellt Madagaskar eine Modellregion zur Erforschung evolutionärer Prinzipien und Vorgänge dar, da die einzigartige biologische, geologische und klimatische Zusammensetzung der Insel dies in optimaler Weise ermöglicht (VENCES et al. 2009). Durch die Einführung molekular-genetischer Methoden wurde es möglich, tief greifende Einblicke in Phylogenie, Phylogeographie und Populationsgenetik von Lebewesen zu erhalten, welche Antworten auf diese Fragen liefern können (vgl. u. a. VIEITES 2009, YODER & HECKMAN 2006, VENCES 2004). In unserem Projekt geht es nun nicht darum, die Herkunft der Amphibien und Reptilien Madagaskars weiter zu untersuchen, sondern die evolutive Auffächerung in eine Vielzahl von Arten mit häufig sehr kleinen Verbreitungsgebieten innerhalb von Madagaskar näher zu betrachten.

Biogeographie Madagaskars – der Stand der Dinge

Derzeit existieren verschiedene Hypothesen zur Entstehung der Artenvielfalt auf Mada-

Biogeographie

Die Biogeographie kombiniert Aspekte biologischer und geowissenschaftlicher Analysen. Sie befasst sich mit der heutigen Verbreitung, erdgeschichtlichen Entwicklung und den Umweltbeziehungen von Tier- und Pflanzentaxa sowie mit der Verbreitung und den räumlichen Mustern und Prozessen von Populationen, Lebensgemeinschaften und Biomen.

gaskar, wovon jede ein unterschiedliches Szenario bzw. andere Ursachen der Artbildung beschreibt (z. B. WOLLENBERG et al. 2008, BOUMANS et al. 2007, WILMÉ et al. 2006, PASTORINI et al. 2003, RAXWORTHY & NUSSBAUM 1995). Einzelne dieser Hypothesen lassen sich miteinander kombinieren und können sich in einem weiteren Kontext ergänzen, andere nicht. Entscheidend ist jedoch, dass bisher keine dieser Hypothesen für die Regenwaldfauna der Ostküste Madagaskars explizit getestet wurde, und dass die meisten für die Hypothesen herangezogenen Beispiele sich auf eine einzige Tiergruppe, nämlich die Lemuren, beziehen (z. B. PASTORINI et al. 2003).

Neue molekulare Untersuchungen zeigen, dass es innerhalb verschiedener Wirbeltiergruppen eine primäre phylogenetische Aufspaltung zwischen nördlichen und südlichen Verwandtschaftslinien entlang Madagaskars Ostküste gibt, die möglicherweise auf eine Trennung von Populationen durch große Flüs-



Autoren (von oben nach unten): MACIEJ PABIJAN, PHILIP-SEBASTIAN GEHRING, MIGUEL VENCES
Zoologisches Institut der Technischen Universität Braunschweig
Abteilung Evolutionsbiologie
Spielmannstr. 8
D-38106 Braunschweig
Kontakt: m.vences@tu-bs.de

Autoreninfo MACIEJ PABIJAN

- Postdoc an der Technischen Universität Braunschweig
- Arbeits- und Interessengebiet: Populationsgenetik, Phylogeographie und Phylogenie von Amphibien und Reptilien der gemäßigten und tropischen Zonen, dabei insbesondere die Amphibien Madagaskars
- Alter: 32 Jahre

Abb. 1: Nur im Tiefland südlich des Mangoros anzutreffen: der Riedfrosch *Heterixalus alboguttatus*.

se entlang der zentralen Ostküste zurückzuführen sind (z. B. BOUMANS et al. 2007, NAGY et al. 2007, YODER & HECKMAN 2006). Entlang der Ostküste können zwei Flusssysteme identifiziert werden, die potenziell eine solche Barriere darstellen. Zum einen ist dies der Mangoro an der zentralen Ostküste, und zum anderen der Mananara im Südosten Madagaskars.

Ziele des Projektes

Das beantragte Projekt soll auf zwei Hauptaspekte fokussiert werden: (1) Testen der Hypothese, ob der Fluss Mangoro an Madagaskars zentraler Ostküste eine Verbreitungsbarriere für Amphibien und Reptilien darstellt bzw. darstellte, und welcher Einfluss dadurch auf die Biogeographie der Ostküste resultiert; und (2) Vervollständigung der Inventarisierung der Herpetofauna der Region und das Schließen entscheidender Probenlücken.

Hierzu sollen Daten zu Verbreitungsmustern, Phylogeographie und Populationsgenetik auf Basis einer genau an die Fragestellung angepassten Probenaufsammlung miteinander kombiniert werden. In diesem Projekt soll erstmals eine möglichst intensive und regelmäßige Probenaufsammlung entlang eines eng gefassten räumlichen Transektes entlang der zentralen Ostküste Madagaskars zwischen Anjozorobe und Marolambo durchgeführt werden. Durch das kleinräumige Aufsammeln von Proben lassen sich so auch Richtungen möglicher Ausbreitungswege von Populationen rekonstruieren, die Rückschlüsse auf den wahrscheinlichen Entstehungsort von Arten zulassen.

Um die Hypothesen zu testen, sollen für Madagaskar bereits etablierte biogeographische Methoden mit modernen statistischen, phylogeographischen Methoden kombiniert werden, um die Richtung von Ausbreitungsereignissen zu bestimmen, und um sekundäre Kontaktzonen von Genotypen zu identifizieren. Dieses Vorgehen sollte durch die Kombination mit der extensiven, kleinräumigen Probenaufsammlung ein sehr aussagekräftiges Analyse-



Abb. 2: Der Plattschwanzgecko (*Uroplatus sameiti*) ist in den Tieflandwäldern der Ostküste Madagaskars verbreitet.

Autoreninfo SEBASTIAN GEHRING

- Doktorand an der TU Braunschweig
- Hauptinteresse und Arbeitsgebiet: Phylogenie und Phylogeographie der Amphibien und Reptilien Madagaskars
- Alter: 30 Jahre

Autoreninfo MIGUEL VENCES

- beschäftigt sich seit mittlerweile fast 20 Jah-

ren mit der Systematik, Biogeographie und Evolution der Herpetofauna Madagaskars

- Nach Biologiestudium und Promotion am Museum Koenig in Bonn forschte er im Naturhistorischen Museum in Paris und an den Universitäten Konstanz und Amsterdam und ist zur Zeit Professor für Zoologie und Evolutionsbiologie an der Technischen Universität Braunschweig.



Abb. 3: Wo alle Straßen enden. Das Mangoro-Flussdelta in der Nähe von Mahanoro.

Endemit

Endemiten sind Pflanzen oder Tiere, die nur in einer bestimmten, räumlich klar abgegrenzten Umgebung vorkommen. Dabei kann es sich um Arten, Gattungen oder Familien von Lebewesen handeln, die ausschließlich auf bestimmten Inseln oder Inselgruppen, Gebirgen, in einzelnen Tälern oder Gewässersystemen heimisch sind. Je kleiner der zur Verfügung stehende Lebensraum ist, desto größer ist meist die Gefährdung der endemischen Taxa. (Quelle Wikipedia)

Werkzeug darstellen. Dabei sollen besonders Amphibien- und Reptilientaxa untersucht und verglichen werden, die zum einen häufig anzutreffen sind und somit eine Beprobung in ausreichender Anzahl ermöglichen (z. B. *Heterixalus* ssp. *Ptychadena mascareniensis*, *Phelsuma lineata*), und zum anderen solche, innerhalb derer Schwesterarten im Hochland, bzw. im Tiefland vorkommen (z. B. *Heterixalus betsileo* [Hochland], und *Heterixalus madagascariensis/alboguttatus* [Tiefland] [Abb. 1]; *Uroplatus siko-rae* [Hochland] und *Uroplatus sameiti* [Tiefland] [Abb. 2]).

Somit nimmt diese Studie erstmals eine andere Tiergruppe als Lemuren unter einen solchen Fokus, so dass durch den phylogeographischen Vergleich verschiedener Großtaxa grundlegende Aussagen zu den Entste-

Systematik Riedfrosch

Klasse: Amphibien (Amphibia)
 Ordnung: Froschlurche (Anura)
 Familie: Riedfrösche (Hyperoliidae)
 Gattung: *Heterixalus*
 Art: *Heterixalus alboguttatus*

hungsprozessen der Diversität und der heutigen biogeographischen Verteilung der Fauna Madagaskars ermöglicht werden. Durch die Freilandarbeiten werden zudem entscheidende Lücken von Probestellen gefüllt, um ein deutlicheres Bild der Verbreitungsmuster von genetischen Stammeslinien entlang des Mangoros zu erhalten.

Es existiert derzeit nur wenig, meist opportunistisch gesammeltes Probenmaterial aus

Literatur

- BOUMANS, L., D.R., VIEITES, F. GLAW & M. VENCES (2007): Geographical patterns of deep mitochondrial differentiation in widespread Malagasy reptiles. – *Molecular Phylogenetics and Evolution* 45: 822–839.
- NAGY, Z. T., F. GLAW, F. ANDREONE, M. WINK & M. VENCES (2007): Species boundaries in Malagasy snakes of the genus *Madagascarophis* (Serpentes; Colubridae sensu lato) assessed by nuclear and mitochondrial markers. – *Organisms Diversity & Evolution* 7: 241–251.

- PASTORINI, J., U. THALMANN & R.D. MARTIN (2003): A molecular approach to comparative phylogeography of extant Malagasy lemurs. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.* 100: 5879–5884.
- RAXWORTHY, C.J. & R.A. NUSSBAUM (1995): Systematics, speciation and biogeography of the dwarf chameleons (*Brookesia*, Reptilia, Squamata, Chamaeleontidae) of northern Madagascar. – *Journal of Zoology* 235: 525–558.
- VENCES, M., K. C. WOLLENBERG, D. R. VIEITES & D. C. LEES (2009): Madagascar as a model region of species diversification. –

Abb. 4: Wilde Flusslandschaft: der Mangoro.



Systematik Plattschwanzgecko

Klasse: Reptilien (Reptilia)
 Überordnung: Schuppenechsen (Lepidosauria)
 Ordnung: Schuppenkriechtiere (Squamata)
 Unterordnung: Geckoartige (Gekkota)
 Familie: Geckos (Gekkonidae)
 Gattung: *Uroplatus*
 Art: *Uroplatus sameiti*

dem Hochland rund um den Mangoro-Fluss. Fast alle Proben dieser Region lassen sich dem Gebiet um Andasibe zuordnen. Um die dargestellte Flussbarrieren-Hypothese zu untersuchen, wird eine intensive Aufsammlung von Gewebe- und Blutproben der Zielarten entlang des Mangoro-Flusses im Hochland stattfinden, konkret in der Gegend um Anjozorobe,

Fierenana, Anosibe An'ala und Tsinjoarivo. Darüber hinaus soll ein wichtiger Beitrag zur Erfassung der Diversität der Herpetofauna der Region geleistet werden. Bisher liegen nur sehr wenige Daten und Erkenntnisse aus der Region um Anosibe An'ala vor, da dieses Gebiet nur sehr schwer zugänglich ist. Die Artenvielfalt Madagaskars ist stark durch menschliche Einflüsse in ihrem Bestand bedroht, da in den letzten 20 Jahren der Verlust an natürlichen Habitaten rapide zunahm. Die Inventarisierung der Artenvielfalt der Region kann helfen, geplanten Schutzmaßnahmen, wie einem Regenwaldkorridor von Anosibe An'ala-Andasibe-Zahamena nach Mananara-Nord, eine wissenschaftlich fundierte Basis zu geben und den besonderen Schutzwert der Region zu belegen. ◀◀

Trends in Ecology and Evolution 24: 456-465.

VENCES, M. (2004): Origin of Madagascar's extant fauna: a perspective from amphibians, reptiles and other non-flying vertebrates. – Italian Journal of Zoology, Supplement 2: 217-228.

VIEITES, D.R., K. C. WOLLENBERG, F. ANDREONE, J. KÖHLER, F. GLAW & M. VENCES (2009): Vast underestimation of Madagascar's biodiversity evidenced by an integrative amphibian inventory. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A. 106: 8267-8272.

WILMÉ, L., S.M. GOODMAN & J.U. GANZHORN (2006): Biogeographic evolution of Madagascar's microendemic biota. – Science 312: 1063-1065.

WOLLENBERG, K. C., D. R. VIEITES, A. VAN DER MEIJDEN, F. GLAW, D. C. CANNATELLA & M. VENCES (2008): Patterns of endemism and species richness in Malagasy cophyline frogs support a key role of mountainous areas for speciation. – Evolution 62: 1890-1907.

YODER, A.D. & K.L. HECKMAN (2006): Mouse lemur phylogeography revises a model of ecographic constraint in Madagascar. – In: FLEAGLE, J., S.M. LEHMAN (Eds.): Primate Biogeography: Progress and Prospects. – Kluwer Press, S. 255-268.