

Ökosystemforschung in einem ecuadorianischen Bergregenwald

# Rekordverdächtige Artenvielfalt

Bis vor zehn Jahren lagen noch Tief-landregenwälder bei der wissenschaftlichen Erforschung komplizierter Ökosysteme im Trend vorne, nun legen die Bergregenwälder zu: Wie funktionieren sie, wie artenreich, wie gefährdet, wie bedeutend sind sie? Fragen, die Ökologen, Biologen, Geographen, Klimatologen, Hydrologen, Bodenkundler oder Forstwissenschaftler interessieren mögen, deren Bedeutung aber nicht jedem klar ist - am wenigsten jenen, die mit und in solch einer Umwelt leben. Denn an südostasiatischen oder ostafrikanischen Hochbergen und vor allem in den Anden dienen Gebirgsabdachungen seit rund fünfzig Jahren als Zuwanderungsräume für Landlose.

Hier erschließen sie infolge einer spontanen „Binnenkolonisation“ eine stellenweise immer noch unberührte Natur. Notgedrungen - denn in weiten Teilen der Alt-siedelgebiete in den trockeneren Hochländern Boliviens, Perus, Ecuadors und Kolumbiens ist die Degradierung weit fortgeschritten und die Tragfähigkeit überschritten, so dass viele Bewohner eine Perspektive in den Großstädten, andere aber an der Ostabdachung der Anden in den dort herrschenden Bergwäldern suchen.

Deren Rodung zeitigt gravierende Probleme, sowohl für die betroffenen Gebiete selbst wie auch für das Vorland, im Falle Ecuadors also für Nordwest-Amazonien. Zu den internen Effekten zählen der Verlust von Pflanzen- und Tierarten - zumindest ein erschwerter Artenaustausch, wo „Inseln“ an die Stelle zusammenhängender Lebensräume treten -, häufigere Rutschungen sowie regionale Klimaveränderungen. Die externen Auswirkungen schlagen sich in veränderten Abfluss-Intensitäten und -Frequenzen nieder, die wiederum zu ungewollten Überflutungen ufernaher Ländereien führen.

Um für derartige Probleme Lösungsvorgaben für ressourcenschonende Nutzungsalternativen anzubieten, untersucht eine DFG-geförderte Forschergruppe im Süden Ecuadors in 25 zumeist biologisch orientierten Teilprojekten die Ausstattung, prozessualen Interaktionen und Funktionen in natürlichen Bergregenwald-Ökosystemen und umliegenden Nutzsyste-men. Mittlerweile geht das vom Bayreuther Botaniker Erwin Beck koordinierte Großprojekt „Funktionalität in einem tropischen Bergregenwald Südecuadors: Diversität, dynamische Prozesse und Nutzungspotenziale unter ökosystemaren Gesichtspunkten“ in das achte Forschungsjahr. Es

anspruchsvolle, da steile und regenreiche „Spielwiese“ für Freilandökologen.

## Beteiligung der Erlanger Zoologie und Geographie

Zu den sechs Gründungsmitgliedern, die an der Vorlaufphase von 1997 bis 2001 teilnahmen, zählen auch zwei Erlanger. Aus einem zoologischen Teilprojekt unter Leitung von Otto von Helversen liegen faunistische, bioakustische und ökologische Untersuchungen zu Laubheuschrecken vor, während entsprechende Recherchen zu Fledermäusen von dem vor Ort lebenden Mitarbeiter Felix Matt weiter geführt werden. Zum Aufgabenbereich von Mi-

chael Richter zählten Arbeiten zur Bodenerosion und Rutschungsgefährdung in den Bergregenwäldern und Ersatzsystemen, während die Überwachung und Analyse der Klimamessungen unter seiner Federführung fortläuft und er ein Teilprojekt über die Ökologie der Waldgrenze vor zwei Jahren startete.

Die ersten vorliegenden Ergebnisse bestätigen in einschlägigen Standardwerken dargelegte

Vermutungen, dass die Andenabhänge Ecuadors nicht nur eines der weltweit artenreichsten Gebiete, sondern den „hottest hot spot“ der Biodiversität schlechthin umfassen dürften. Zwei Insektengruppen mögen dies verdeutlichen: Im Untersuchungsgebiet wurden allein auf einem Höhen-transekt zwischen 1000 und 3400 m über 100 Laubheuschrecken-Arten (Familie Tettigoniidae) gefunden, von denen mindestens die Hälfte als „neu“ gelten. Neu entdeckte Tarnformen mit Nachahmung (Mimese) kleiner Laubblätter, Ästchen oder gar Strauchflechten muten kurios an und lassen vermuten, dass viele andere Schreckenarten weiterhin ein unentdecktes, da



Abb. 1: Nicht nur die bemoosten Äste des Bergregenwaldes bieten einen unschätzbaren "Schwamm", der regionalen Wasserhaushalt reguliert.  
Foto: Michael Richter

beinhaltet die vier Projektbereiche „Interaktive organismische Diversität“, „Stoffumsatz und Stoffflüsse“, „Klima und Landschaftsgeschichte“ sowie „Nachhaltiges Agrar- und Forstökosystemmanagement“. Ihnen sind wiederum fünf bis zehn Teilprojekte zugeordnet.

Ausgangspunkt für die Untersuchungen ist die auf 1850 m gelegene Forschungsstation „San Francisco“ in der Cordillera Real zwischen den 30 km entfernten Provinz-Hauptstädten Loja und Zamora. Hier schließt sich zwischen 1800 und 3400 m Höhe ein 300 ha großes Terrain mit natürlichen bzw. naturnahen Bergregenwäldern an, eine körperlich (und mental)

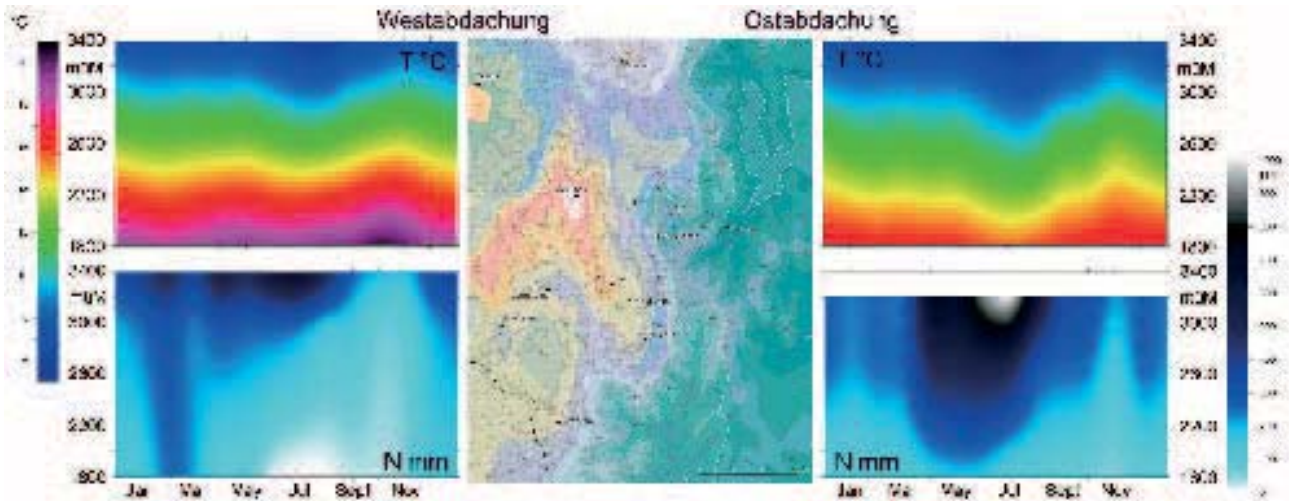


Abb. 2: Klimakontraste - raumzeitlicher Wandel der Lufttemperatur und -feuchtigkeit sowie der Niederschläge auf der Luv- (rechts = Osten) und Lee-Abdachung (links = Westen) der klimatisch sehr komplexen Cordillera Real (Kartenausschnitten in der Mitte).  
Abbildung: Michael Richter und Paul Emde

unauffindbares Dasein genießen. Auch die Unmenge an Schmetterlingsarten ist selbst auf einem kurzen Höhenprofil bis 2700 m kaum in den Griff zu bekommen. Allein die Spanner, das sind Nachtschmetterlinge der Familie der Geometridae, sind mit mehr als 1000 verschiedenen Arten vertreten, d.h. nur auf dem "Untersuchungsberg" kommen schon mindestens 100 Spannerarten mehr als in ganz Europa vor!

Entsprechende „Rekordlisten“ ließen sich beliebig fortsetzen, wenn denn erst einmal alle Daten vorlägen. Auch auf die Flora trifft dies zu, in der neben zumeist epiphytischen Orchideen als üblichen „Tropenweltmeistern“ Schwarzmaulgewächse (Melastomataceen), Rötengewächse (Rubiaceen) und gerade auch Farne sowie Moose überreichlich auftreten. Jüngste Erfahrungen im Waldgrenzbereich, der sich in seinem Übergangscharakter als „Ökoton“ durch eine Vielzahl verschiedenster Habitate vom moosbehangenen Nebelwald (Abb. 1) über kniehohe, aber undurchdringliche Zwergwälder, Bambusfluren und Strauch-Grasbestände (páramo) auszeichnet, bestätigen die unermessliche Artenfülle. Bei 3200 m beläuft sich die mittlere Zahl auf etwa 80 Arten pro 100 m<sup>2</sup>, Werte, die in Mitteleuropa nur im günstigsten Fall in Kalkmagerrasen erreicht werden. Dies ist um so erstaunlicher, als man sich hier bei längeren Arbeitsaufenthalten angesichts von quasi-permanenten Sturmwinden mit 50 - 80 km/h und Regenmengen von 4.000 bis 8.000 mm im Jahr fragt, wieso hier überhaupt irgendein Organismus leben möchte...

**Stress als positiver Reizfaktor**

Aber gerade solche Stressfaktoren begründen die enorme Artenvielfalt, denn ex-

treme Regenmengen, vernässte und nährstoffarme Böden verhindern die Dominanz weniger konkurrenzstarker Vertreter. Hinzu treten natürliche Störungen wie Erdbeben, langsames Bodenkriechen oder gelegentliche Brände, die ein Nebeneinander unterschiedlich alter Entwicklungsstadien verschiedenster Bestände mit eigenen Lebensgemeinschaften schaffen.

Aus menschlicher Perspektive kann nur ein bestimmter Höhenbereich als klimatisch angenehm erachtet werden, und gerade der ist nunmehr aufgrund der dichten Bewirtschaftung an Arten verarmt. Unterhalb dieses milden und relativ trockenen Sektors um 1000 bis 2000 m ist es auf der Leeseite im Westen der Cordillera Real zu trocken und zu heiß, oberhalb zu kalt und zu nass - womit eine weitere, d.h. eine räumliche Ursache für die Artenvielfalt vorliegt, nämlich die enorme Klimakomplexität im Untersuchungsgebiet. Dies geht aus Ähnlichkeitsanalysen des Epiphytismus zur Beurteilung der Humiditätsmuster und aus punktuellen Temperatur-Messungen in 60 cm Tiefe hervor. Nach Anknüpfung an nunmehr siebenjährige Messreihen eigener Klimastationen (Abb. 2 links und rechts) erbringt dieses Indikationsverfahren eine genaue Karte der hygrothermischen Muster für das komplizierte Relief (Abb. 2 Mitte).

Die Ergebnisse sind erstaunlich: Zwar gelten in einem Gebirgsland große Temperaturunterschiede auf kürzester Entfernung als normal, dass diese aber auf nur 30 km Distanz an trocken-heiße Gebiete ohne einen einzigen humiden Monat (bzw. 340 mm/a Niederschlag) und kalt-nasse mit zwölf humiden Monaten (bzw. 8.000 mm/a) gekoppelt sind, dürfte seinesgleichen suchen.

Weitere Klimaextreme kommen hinzu, von denen zwei widersinnig erscheinen. So belaufen sich die Niederschlagsmengen in einer abgelegenen Teilregion nach Aufzeichnungen eines X-Band Radars möglicherweise auf über 15.000 mm/a, eine ebenso rekordverdächtige Summe wie maximale Globalstrahlungen bis zu 2135 W/m<sup>2</sup>, die auf kurzzeitige Reflektionen durch dünne Schleierwolken („screen effects“) zurückgehen. Die betroffenen Pflanzen müssen beide Belastungsfaktoren verkraften, wobei gerade letzterer an raschen Artenmutationen beteiligt sein dürfte.

Die explosionsartige Entstehung von Artenschwärmen gilt für die Region als sicher, zumal jüngste Erkundungen in den kriegsbedingt lange Zeit unzugänglichen peruanisch-ecuadorianischen Grenzgebirgen für weitere Funde erstaunlicher neuer Arten sorgen. Dieser Andenabschnitt zeichnet sich durch eine relativ niedrige Kammlinie unter 4000 m aus, die sogenannte „Girón-Huancabamba-Depression“, die sich wiederum durch die beschriebene außergewöhnliche Klimakomplexität auszeichnet. - In dem hieran anknüpfenden „hottest spot“ der Biodiversität darf also neben den gezielten Ökosystem-Analysen ein bedeutendes Erkenntnispotenzial innerhalb der biologischen und geographischen Grundlagenforschung erwartet werden, das auch im zukünftigen Projektverlauf für weitere überraschende Ergebnisse gut ist.



Prof. Dr. Michael Richter  
Institut für Geographie  
Tel.: 09131/85-22015  
mrichter@geographie.uni-erlangen.de