

IBISCA – Artenvielfalt der Boden- und Baumkronen-Arthropoden in einem tropischen Regenwald (San Lorenzo NP, Panama)

JÜRGEN SCHMIDL & BRUNO CORBARA

Abstract. This contribution gives an outline of the IBISCA-project in which more than 50 entomologists from 15 nations take part. The objectives of the survey are the evaluation of the arthropod biodiversity, its stratification from soil to canopy and the spatial and seasonal distribution of the arthropod communities, based on more than sixty different higher taxa of insects and arachnids. A broad set of 14 sampling methods (canopy fogging, malaise traps, Winkler-sifting etc.) and techniques of canopy access (crane, canopy raft, bubble, climbers) was used to collect within eight different sites in all strata and to gain a near-to-complete data set for analysis. An initial, extensive field period in October 2003 and three seasonal replications (II-III, V and X 2004) allow an assessment of seasonality of arthropod communities in a tropical rainforest ecosystem. Currently, the specimens of the target taxa are labelled and sorted to morpho-species, to be sent thereafter to taxonomists for determination and description of new species. Abundance and morpho-species data are databased, up to now more than half a million specimens and several thousand species (or morpho-species respectively) are studied. We estimate the final specimen number to be more than a million. Apart from taxonomic studies, the ecological analysis on the questions mentioned above are already in work. In a workshop in Brussels in July 2005 the IBISCA-participants meet for processing the data on strata diversity, species turnover between soil and canopy, spatial and seasonal effects etc., and preparing further publications.

Key words. Biodiversität, Stratifizierung, Regenwald, canopy, soil, Arthropoda, Panama

Zusammenfassung. Im internationalen Projekt „Investigating Biodiversity of Soil and Canopy Arthropods - IBISCA“ untersuchen über 50 Spezialisten aus 15 Nationen mit einem breiten Set von Methoden und Zugangstechniken die Arthropoden-Diversität (Insecta, Arachnida) eines Regenwaldes, vom Boden bis in die Baumkronen. Der vorliegende Beitrag stellt das Biodiversitäts-Projekt IBISCA 2003–2005 (Investigating Biodiversity of Soil and Canopy Arthropods) vor, das seit Herbst 2003 im San Lorenzo Nationalpark, Panama, unter Beteiligung zahlreicher Entomologen aus 15 Nationen stattfindet. Die wissenschaftlichen Ziele des Projektes sind die Erforschung der Artenvielfalt, Stratifizierung und Verteilung (beta-Diversität) der Arthropodenfauna eines Regenwaldes, vom Boden bis in die Baumkrone. Die bei der Geländearbeit verwendeten Sammelmethoden und Zugangstechniken (z.B. Kran, Baumkronenfloß, Heliumballon etc.) werden vorgestellt. Die ersten Ergebnisse der derzeit laufenden Auswertung werden umrissen. Für zahlreiche Taxa werden noch Spezialisten für die Mitarbeit gesucht.

Einleitung

Wieviele Arten von Lebewesen existieren derzeit auf der Erde? Diese Frage ist eine der großen Herausforderungen an die Biologen unserer Zeit. Die Schätzung einer globalen Vielfalt von 30 Millionen Arten (ERWIN 1982; errechnet auf der Grundlage von Käfer-Artenzahlen baumkronen-bewohnender Käfer) löste in den folgenden Jahrzehnten eine Reihe von Studien und Hochrechnungen aus, die Artenzahlen zwischen 5 und 100 Millionen ergaben. Eine Übersicht älterer und neuerer Arbeiten hierzu und eine differenziertere Berechnung gibt ØDEGAARD (2000), der selbst eine Spanne von 5–10 Mio. Arten errechnet. Dennoch bleiben viele Unsicherheiten, da sich die meisten Berechnungen auf wenige Arthropodengruppen (v. a. Käfer) aus Baumkronen tropischer Regenwälder stützen und die Parameter der Hochrechnung auf wenigen Einzeluntersuchungen beruhen. Für Ökologen wie Systematiker gleichermaßen ein unbefriedigender Zustand.

Die bisher größte Kampagne zur Studie der Artenvielfalt in einem tropischen Regenwald, dem mutmaßlich artenreichsten Ökosystem der Erde, begann im Herbst 2003 im panamesischen San Lorenzo-Nationalpark. Unter der wissenschaftlichen Leitung von YVES BASSET (Smithsonian Tropical Research Institute, Panama), BRUNO CORBARA (Université Blaise Pascal, Frankreich) und HÉCTOR BARRIOS (Universität Panama) und unter der Schirmherrschaft von EDWARD O. WILSON (Harvard University) erfassen in einem auf alle Arthropoden-Gruppen (außer Krebstieren) ausgerichteten Forschungsansatz ca. 50 Entomologen, Botaniker, Techniker und Baumkletterer aus 15 Nationen nach einem strengen Untersuchungsprotokoll auf acht Probenflächen die Gliederfüßler, vom Boden bis in die Baumkronen. Getragen wird das Projekt von zahlreichen Organisationen und Sponsoren.

Der vorliegende Beitrag soll dieses ungewöhnliche Biodiversitäts-Projekt den Le-

sern der EZ vorstellen und auf weiterführende wissenschaftliche Fachbeiträge und Internet-Angebote hinweisen.

Projektgebiet

Das IBISCA-Projekt arbeitet im tropischem Tiefland-Regenwald des San Lorenzo Nationalparks („Fort Sherman“) in Panama (9° 17'N, 79° 58'W), gelegen auf 130 m NN Höhe in der Nähe zur Karibikküste und unweit der Stadt Colon. Das Gebiet wird vom Gatun-Fluss durchflossen, dessen Aufstauung den großen Gatun-Stausee bildet, der etwa die halbe Strecke des Panama-Kanals darstellt. Die Jahresniederschlags-Menge liegt bei 3125 mm mit saisonalen Schwankungen (die Entfernung zum Äquator macht sich bereits bemerkbar), die Durchschnittstemperatur beträgt 25,8 °C.

Der Nationalpark ist bekannt als Standort eines der beiden panamesischen Urwald-Kräne, die vom Smithsonian Tropical Research Institute (STRI) betreut und betrieben werden. Dieser Kran wurde auch im Rahmen des IBISCA-Projektes ausgiebig genutzt und stellt das räumliche Zentrum der Probestellen und der Geländeaktivitäten mit dem Basiscamp dar.

Die Unterbringung der bis zu 40 Teilnehmer pro Feldkampagne erfolgte auf der STRI-Station auf Barro Colorado Island (BCI), einer durch den Aufstau des Gatun-Flusses entstandenen Insel im Stausee. Dort wurde auch das Labor eingerichtet, in dem die Proben vorsortiert und konserviert wurden.

Projektziele

Ziel des IBISCA-Projektes ist die quantitative Ermittlung der größtmöglichen Zahl an Arthropoden-Arten (soweit Bearbeiter und Taxonomen dafür verfügbar sind), um diese zu klassifizieren und deren vertikale, räumliche und zeitliche Verteilungsmuster zu analysieren, als Basis für verlässliche Hochrechnungen der Biodiversität. Die darauf aufbauenden Fragestellungen und Forschungsansätze lassen sich wie folgt entwickeln und gliedern:

Vertikale Stratifizierung und Diversität von Arthropoden in einem Regenwald: Wo leben mehr Arten, in der Bodenschicht oder in der Baumkrone? Wie hoch ist der Wechsel bzw. die Identität in der

Artenkomposition entlang dieses vertikalen räumlichen Gradienten, der von einem gravierenden Unterschied hinsichtlich der Parameter Feuchte, Evaporation und Licht begleitet wird? Durch geeignete Erfassungsmethoden (s. u.) werden von der Streuschicht bis in die oberste Kronenschicht alle Schichten des Waldes intensiv besammelt und das Sammelgut für die spätere Auswertung genau zugeordnet. Die Einbeziehung aller Schichten des Waldes soll verlässliche Abschätzungen der vertikalen Verteilung von Arten und Diversität erbringen.

Ermittlung von Artenpool und Verbreitungs- und Assoziationsmustern als Parameter der Biodiversität: Durch zeitgleiche Replikation (innerhalb des gleichen Zeitausschnittes von max. 2 Wochen!) der Untersuchungen in acht nahe benachbarten Probestellen innerhalb einer geschlossenen Waldmatrix des Nationalparks San Lorenzo werden Erkenntnisse über die räumliche Variation der Artengemeinschaften gewonnen, die auf der breiten Datengrundlage (viele Arthropodengruppen) statistisch aussagekräftige Maßzahlen für eine Hochrechnung der Gesamtdiversität liefern. Im Gegensatz zu Berechnungen, die nur auf einer Insektengruppe basieren, ist die breite Berechnungsgrundlage aus mehr als sechzig Zieltaxa eine „robustere“ statistische Grundlage, die die unterschiedlichsten Biologen (Mobilität, Mono-/Polyphagie, Ressourcennutzung etc.), unterschiedliche räumliche und biotopstrukturelle Einnischung und weitere biologische Diversitäts-Parameter integriert.

Klärung der Bedeutung von jahreszeitlichen Unterschieden für die Biodiversität: Auch in tropischen Regenwäldern sind mit zunehmender Entfernung vom Äquator größere jahreszeitliche Effekte gegeben. Zur Bewertung der jahreszeitlichen Unterschiede als Parameter der Biodiversität wurde eine saisonale Replikation der Untersuchungen durchgeführt. Nach der ersten Geländephase im September/Oktober 2003 wurden im Februar/März, im Mai und im September/Oktober 2004 Wiederholungen der Erfassungen mittels ausgewählter Methoden (das gesamte Methodenset siehe unten) auf exakt den gleichen Probestellen durchgeführt. So wurde beispielsweise die vom teilnehmenden deutschen Team (ANDREAS FLOREN, Universität Würzburg, JÜRGEN SCHMIDL und JOHANNES BAIL, Universität Erlangen) übernommene

Beprobung mittels Baumkronenbenebelung (vgl. FLOREN & SCHMIDL 2003) im Mai und Oktober 2004 wiederholt.

Abschätzung der Faktoren Waldstruktur und Ressourcenangebot für die Arthropoden-Vielfalt: Welche quantitative Bedeutung besitzen Struktur- und Ressourcenunterschiede der Probestellen für die Diversität und Zusammensetzung der Arthropodengemeinschaften? Beim Sortieren von Originalausbeuten der verschiedenen Sammelmethode und Probestellen am meisten beeindruckend ist die hohe Artenzahl. Es ist festzustellen, dass auch beim Sortieren der hunderten oder tausendsten Probe noch immer weitere, vorher in keiner Probe vorhandene Arten auftauchen. Dieser steile Anstieg der Artensättigungskurve ist mit verschiedenen Auswertungsmöglichkeiten (Rarefaction etc.) bereits vielfach belegt, jedoch immer für Regenwaldökosysteme im Ganzen. IBISCA versucht, in der Endanalyse eine Korrelation mit den auf den Untersuchungsflächen ermittelten Parametern Vegetation (alle höheren Pflanzen der Probestellen sind kartiert und bestimmt!), Kronenschluss, Licht, Totholz, Feuchte etc. herzustellen, um engere Beziehungsgefüge zwischen Artengemeinschaften und Ressourcenangebot zu beschreiben. Dies wird als erster Schritt zu einem differenzierteren Verständnis der Beziehungsgefüge zwischen Arthropoden und Waldstruktur verstanden, ein wichtiger Baustein auch für Naturschutzmaßnahmen in Regenwäldern.

Hochrechnung der Artenzahl in einem tropischen Regenwald als Baustein zu einer globalen Artenschätzung: Wieviele Arthropoden-Arten lassen sich auf der breiten Datenbasis für einen Regenwald begrenzter Größe wie den San Lorenzo NP errechnen, und wie müssen bisherige Schätzungen und Hypothesen relativiert werden? Liegt das Ergebnis näher bei 3 Millionen oder näher bei 100 Millionen Arten?

Umfassende Dokumentation der Vielfalt der Arthropoden und deren Verteilung in einem tropischen Regenwald-Ökosystem: IBISCA arbeitet mit einer zentralen Datenbank, die am Royal Belgian Institute of Natural Sciences in Brüssel installiert ist und von Maurice Leponce betreut wird. Alle erfassten Arthropoden erhalten ein Etikett mit EDV-Code, der sich aus der Erfassungsmethode, der Probestelle und der Einzelfalle zusammen-

setzt. So wird jedes Exemplar auch nach Jahren noch korrekt dem Fundort, der Sammelmethode, den Sammlern und dem Datum zugeordnet. Die taxonomische Bearbeitung kann somit sukzessive erfolgen, die Datenbank wächst mit den Jahren zur umfassendsten Dokumentation der Arthropodenfauna eines Regenwaldes heran, die auch alle Möglichkeiten für Folgestudien eröffnet.

Probeflächen, Methoden und Zugangstechniken

Probeflächen

Zur Erreichung dieser Projektziele wurden in der Umgebung des Krans acht Probeflächen von 20 x 20 Meter (400 m²) und ca. 40 Meter Höhe (die Höhe der größten Einzelbäume) eingerichtet und auf 5 x 5 Meter große Teilflächen gerasert.

Erfassungsmethoden

Auf allen acht Probeflächen wurde nach einem strengen Untersuchungsprotokoll, das die Abfolge und Zeitaufteilung regelte, die folgenden 14 Fangmethoden abgearbeitet, wobei jeweils ein „Bearbeiter-Team“ für eine Methode zuständig war.

1. Barberfallen → „aktive“ Arthropoden der Streu und des Bodens
2. „Winkler“-Sieben → „aktive“ und „passive“ Arthropoden der Streuschicht
3. Berlese-Tullgren → Mikroarthropoden (Milben o. ä.) des Bodens und in „suspended soils“ der Baumkrone.
4. Handsammeln → soziale Insekten (Ameisen, Termiten) am Boden, im Unterholz, in der Baumkrone.
5. Baumkronenbenedelung → alle Arthropodengruppen
6. Luftelektoren → Fliegende Insekten des Unterholzes und der Baumkrone

7. Bodenelektoren → über Boden schwärmende Insekten
8. Klopfproben → Arthropoden auf Blättern und Totholz
9. Lichtfallen → Licht anfliegende Insekten, v. a. Nachtfalter und Käfer
10. Klebfallen und Gelbfolien → Blütenbesucher u.a.
11. Köderfallen Honig → Hautflügler
12. Handsammlung → Gallbildner und Minierer
13. Malaise Fallen → Fluginsekten des Unterholzes
14. Schmetterlingsfallen → Früchtebesuchende Schmetterlinge

Vorteil dieser Arbeitsteilung ist die umfassende methodische und räumliche Erfassung innerhalb eines engen Zeitfensters, das von einem einzelnen Team nicht zu schaffen wäre. Im Nachgang wurden alle Proben im Labor sortiert.

Probensortierung

IBISCA versteht sich als ein Projekt auf Gegenseitigkeit. Jeder teilnehmende Entomologe ist für ein oder mehrere Taxa zuständig, die er bearbeitet oder deren taxonomische Bearbeitung er koordiniert. Jeder Bearbeiter erhält von den anderen Teams seine gewünschten Taxa. Mit bisher fast 60 Gruppen (Ordnungs- oder Familienniveau) ist bereits jetzt die größte jemals berücksichtigte taxonomische Grundgesamtheit eines Biodiversitäts-Projektes in tropischen Regenwäldern erreicht.

Um kurzfristige Ergebnisse hinsichtlich Artenvielfalt, Verteilung, Strazifizierung etc. erarbeiten zu können, wird zunächst eine Sortierung nach „Morphospezies“ vorgenommen. Es wäre nicht sinnvoll, für eine ökologisch orientierte Analyse bis zur taxonomischen Klärung der letzten Insektengruppe zu warten. Durch die

Probencodierung und die Datenbank kann diese taxonomische Bearbeitung im Nachgang durchgeführt werden, indem die sortierten Ausbeuten an Spezialisten weitergereicht werden, die dann die Morphospezies-Codes durch gültige Art-namen ersetzen. Die spannende Frage, wie viele für die Wissenschaft neue Arten darunter sind, bleibt also noch zu beantworten.

Dennoch sind bisher noch etliche Arthropodengruppen ohne Bearbeiter. Interessierte Entomologen und Arachnologen, die eine taxonomische Bearbeitung bereits auf Morphospezies-Niveau sortierter Gruppen oder zumindest eine Morphospezies-Sortierung einzelner Familien oder Ordnungen übernehmen wollen, werden gebeten, den Erstrator zu kontaktieren. So sind bisher z.B. die Araneae, Anobiidae, Lycidae, Cantharidae etc. ohne Bearbeiter.

Zugangstechniken

Die Besammlung von Baumkronen eines Regenwaldes stellt eine besondere Herausforderung dar. Mit Ausnahme der Methode der Baumkronen-Einnebelung und der Installation von Flugelektoren per Armbrust oder Schleuder erfordern Handaufsammlungen in diesem Stratum besondere Zugangstechniken, von denen in den letzten 20 Jahren verschiedenste erdacht und erprobt wurden. IBISCA konnte für die Erfassung in der Baumkrone auf fünf effektive Methoden zurückgreifen:

- Der fest installierte, von STRI seit 1997 betriebene Kran („Canopy crane“) mit einer Höhe von 54 Metern und einem Ausleger von 56 Metern erlaubt über die Krangondel einen freien Zugang zur äußeren Kronenschicht des Regenwaldes.
- Das Baumkronenfloß („Canopy Raft“) mit einer Grundfläche von 400 m² be-

Abb. 1–12 (Seite rechts). Insekten der Baumkronen in Panama und Methoden zu ihrer Erfassung.

1. Für die Extraktion der Mikroarthropoden aus Humuserde (»suspended soils«) in den Regenwaldbäumen wurden spezielle Berlese-Apparate eingesetzt.
2. Die Baumkronenbenedelung wurde im Projekt vom deutschen Team ANDREAS FLOREN, JÜRGEN SCHMIDL (im Bild) und JOHANNES BAIL durchgeführt.
3. Blick vom Kran über die Baumkronen des San Lorenzo Nationalparks in Panama Richtung Karibik (Privinz Colon).
4. Der Heliumballon (»canopy bubble«) trägt einen Entomologen entlang eines Transekt-Seils in die Baumwipfel.
- 5, 6, 7. Beispiele tropischer Insekten, die im Projekt gefunden wurden: Laternenträgerzikade, Tagfalter (Heliconidae) und Pilzkäfer (*Erotulus spec.*).
8. Das 400 m² große Baumkronenfloß (»canopy raft«) wurde mit Hilfe eines Helikopters auf die Baumkronen gesetzt.
9. Der Rüsselkäfer-Spezialist HECTOR BARRIOS (Universität Panama) nimmt Klopfproben auf dem Canopy Raft.
10. Mit Kletterseiltechnik und Exhaustor untersucht Jérôme Orivel (Universität Toulouse) die Ameisennester in 20 m Höhe.
11. In der Astgabelung (Bildmitte) dieses großen Urwaldbaumes befindet sich das Baumkronenhaus »Ikos«. Die beiden Kreuzfensterfallen im Bild befinden sich auf 7 bzw. 14 m Höhe.
12. Die mit der Baumkronenbenedelung betäubten Insekten regnen auf die am Boden ausgebrachten Folien herab. Mit dieser Technik wurde im Projekt die größte Zahl an Arthropoden gesammelt.

Fotos: MAURICE LEPONCE (2); JÜRGEN SCHMIDL (3, 5, 6, 7, 11, 12); JÉRÔME ORIVEL (4); STEPHANE BECHET (8, 9); NOUI BAIBEN (10).



steht aus einem heliumgefüllten Schlauch in Brezelform, in dem Netze mit Durchlässen aufgespannt sind. Die Entomologen können so von oben herab in den Baumkronen arbeiten.

- Der Heliumballon („Bubble“) trägt einen Bearbeiter in die Baumkronen, der sich an einer bis zu 2 km langen Transsektleine an den Zweigen entlang hangeln kann.
- Das „Ikos“, ein 20-eckiges Baumhaus, das speziell für den Einbau in die Stamm-Ast-Gabelung konstruiert ist, ermöglicht eine stationäre Bearbeitung und nächtliche Beobachtung.
- Drei bis fünf professionelle Kletterer installieren ein Seilsystem in den Kronen und bringen Astproben aus der Krone zum Boden.

Ergebnisse

Derzeit werden von den einzelnen Arbeitsgruppen die Proben etikettiert, präpariert und auf Morphospezies-Niveau sortiert. Die online arbeitende Datenbank in Brüssel enthält bis dato über eine halbe Million Einträge (Einzelexemplare von Arthropoden) aus mehreren tausend Arten bzw. Morphospezies. Nach dem jetzigen Sachstand kann eine Zahl von weit über einer Million Exemplaren für die Endauswertung prognostiziert werden.

Vorrangig ist die Analyse der beta-Diversität und der Verteilung und Stratifizierung der Arten, also der ökologischen Fragestellungen (s.o.). Dazu findet im Juli 2005 in Brüssel ein von der Europäischen Union geförderter Workshop statt, in dem die Verschneidung aller Art Daten (resp. Morphospezies), die Analyse ökologischer Fragestellungen (s.o.) und die Vorbereitung der Publikationen koordiniert werden wird.

Als Forum für die IBISCA-Teilnehmer wurde auf den STRI-Servern eine homepage eingerichtet, die für die interne Kommunikation vorbehalten ist. Als publikumsoffene IBISCA-Seite dient die homepage von Maurice Leponce am Museum Brüssel unter http://www.naturalsciences.be/cb/ants/projects/ibisca_main.htm. Dort finden sich neben vielen allgemeinen Projektinformationen alle Veröffentlichungen und Zeitschriftenbeiträge zum Projekt und zahllose links zu anderen Seiten. Eine Auswahl relevanter Schriften wird in vorliegendem Beitrag im Literaturverzeichnis gelistet (BRADBURY 2003, CORBARA 2004A,B, DIDHAM & FAGAN 2003, GRESCHIK 2004, LONGINO 2004, ROSLIN 2003, SPRINGATE & BASSET 2004), diese sind auf der genannten Homepage zum Teil auch als pdf-Dateien angeboten.

Wieviele Arten von Lebewesen existieren derzeit auf der Erde? Wir hoffen, dass IBISCA einen Beitrag zur Beantwortung dieser Frage liefern wird und unser Verständnis vom Leben in einem Regenwald verbessert.

Danksagung

Das IBISCA-Projekt ist eine Initiative des Canopy Raft Consortium (CRC) in Zusammenarbeit mit Smithsonian Tropical Research Institute (STRI, Panama). Projektverantwortlich sind: YVES BASSET (STRI), HECTOR BARRIOS (Universidad de Panama) und BRUNO CORBARA (Université Blaise Pascal, France). Finanzielle Unterstützung erfährt das Projekt unter anderem von folgenden Sponsoren und Organisationen: Firma Solvay-Solvin; Walcott-Fund des Smithsonian Institute; Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP); Global Canopy Programme (GCP). Schirmherr des IBISCA-Projektes

ist EDWARD O. WILSON, Professor an der Harvard-Universität (USA) und einer der führenden Biologen unserer Zeit.

Literatur

- BRADBURY, J. 2003. Surveying Panama's tree-tops. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9: 457.
- CORBARA, B. 2004a. Diversité des arthropodes dans une forêt du Panama. *Insectes* 133: 3-7.
- CORBARA, B. 2004b. IBISCA - Panama. Objectif biodiversité. *Le Courrier de la Nature* 216: 34-41.
- DIDHAM, R. K. & FAGAN, L. L. 2003. Project IBISCA - Investigating the biodiversity of soil and canopy arthropods. *The Weta* 26: 1-6.
- ERWIN, T. L. 1982. Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species. *The Coleopterists Bulletin* 36: 74-75.
- FLOREN A. & SCHMIDL, J. 2003. Die Baumkronenebenebelung. Eine Methode zur Erfassung arborikoler Lebensgemeinschaften. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 35 (3): 69-73.
- GRESCHIK, S. 2004. Das unerforschte Paradies. *Geo-Lino Extra* 3/2004: 22-29.
- LONGINO, J. 2004. Arthropods of the tropical canopy (and elsewhere). *Ecology* 85: 1170-1171.
- ØDEGAARD, F. 2000. How many species of arthropods? Erwin's estimate revised. *Biological Journal of Linnean Society* 71: 583-597.
- ROSLIN, T. 2003. Not so quiet on the high frontier. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 376-379.
- SPRINGATE, N. D. & BASSET, Y. 2004. IBISCA: 2003-2005, Panama: progress report. *Bulletin of the British Ecological Society* 35: 21-23.
- DR. JÜRGEN SCHMIDL, AG Ökologie, Landschaft & Naturschutz, Institut für Zoologie 1, Universität Erlangen-Nürnberg, Staudtstr. 5, D-91058 Erlangen, E-mail jschmidl@biologie.uni-erlangen.de
- DR. BRUNO CORBARA, LAPSCO-UMR CNRS 6024, Université Blaise Pascal, 34 avenue Carnot, F-63037 Clermont-Ferrand, <http://wwwpsy.univ-bpclermont.fr/lapSCO/membres/corbara.html>.