

**Wolfgang J. Junk/Ulrich Saint-Paul/Karl Matthias Wantzen/
Klaus Henle/Manfred Denich**

Tropenökologische Forschung in der Zusammenarbeit zwischen Deutschland und Brasilien: die Entwicklung der letzten 20 Jahre

1. Einleitung

Die moderne Tropenökologie ist eine verhältnismäßig junge Wissenschaft. Die Naturvölker tropischer Länder hatten ein profundes empirisches Wissen um die Zusammenhänge zwischen den Organismen und ihrer Umwelt, das ihnen ermöglichte, biologische Ressourcen nachhaltig zu nutzen. Über Tabus, aber auch aus Mangel an destruktiven technologischen Möglichkeiten, wurde zumeist eine für die lokale Bevölkerung schädliche Übernutzung verhindert. Der plötzliche Zusammenbruch verschiedener süd- und mittelamerikanischer Hochkulturen wird auf Ressourcenübernutzung in Folge von zu starkem Bevölkerungswachstum häufig in Verbindung mit großräumigen Klimaveränderungen zurückgeführt.

Deutschland hat seit Alexander von Humboldt (1769-1859) einen starken Bezug zu Südamerika. Von herausragender Bedeutung ist auch das 1823 erschienene umfangreiche Werk von Johann Baptist Spix und Carl Friedrich Philipp von Martius, das eine Reihe relevanter ökologischer Beobachtungen enthält.

Von geographischer Seite prägte Köppen mit seiner 1900 erschienenen Klimaklassifikation die Ökologie, indem er die Klimazonen der Erde mit der Tier- und Pflanzenwelt in Verbindung setzte. Nach der durch die beiden Weltkriege erzwungenen Zäsur wurden die biogeographischen Ansätze von Troll, Paffen, Lauer, Haffer, Müller und Weischet weitergeführt. Wirtschafts- und sozialgeographische sowie politisch-ökologische Ansätze wurden von Kohlhepp und seinen Mitarbeitern an der Universität Tübingen verfolgt und werden jetzt von Coy in Innsbruck weitergeführt. Auf limnologischem Sektor wurde die Tropenökologie von Sioli am Max-Planck-Institut für Limnologie in Plön vertreten. Der wichtigste Partner in der Zusammenarbeit war seit jeher Brasilien. Eine ausführliche Übersicht zur Entwicklung der deutschen Tropenökologie im südamerikanischen Raum findet sich bei

Junk (1992). Der hier vorliegende Beitrag konzentriert sich auf die summarische Darstellung der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung seit den neunziger Jahren finanzierten Programme. Andere Aktivitäten wie z.B. das Pilotprogramm zum Schutz des brasilianischen Regenwaldes (PPG-7) werden in diesem Band gesondert abgehandelt.

2. Das SHIFT-Programm

Nach dem Ende der Militärdiktatur 1985 eröffneten sich neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit Brasilien auf dem Tropenökologie-Sektor. 1989 wurde zwischen dem Bundesministerium für Forschung und Technologie (damals BMFT, heute BMBF) und der brasilianischen Umweltbehörde *Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis* (IBAMA) das bilaterale Forschungsprogramm "Studies on Human Impact on Forests and Floodplains in the Tropics" (SHIFT) ins Leben gerufen. Geographische Schwerpunkte des Programms waren das Amazonasgebiet mit den Zentren Belém und Manaus und das Einzugsgebiet des Rio Paraguai mit dem Zentrum Cuiabá. Ziel der Projekte war es, die Grundlagen zur nachhaltigen Nutzung der erneuerbaren Ressourcen im tropischen Regenwald und in den Überschwemmungsgebieten am mittleren Amazonas und im Pantanal zu erarbeiten und daraus konkrete Nutzungsempfehlungen abzuleiten.

Das Programm nahm aber erst Fahrt auf, nachdem die Leitung auf brasilianischer Seite auf den Brasilianischen Forschungsrat (*Conselho Nacional de Pesquisas* – CNPq) übergegangen war. Zum Erfolg des SHIFT-Programms trugen in erheblichem Maße eine gute Koordination und eine intensive Kooperation zwischen den deutschen und brasilianischen Partnern bei. Sie erfolgte auf wissenschaftlicher Seite über die Professoren Junk, Lieberei und Salati. Viele der brasilianischen Studenten erhielten die Möglichkeit, sich in den deutschen Partnerinstituten weiterzubilden und auch Diplom-, Magister- oder Doktorgrade zu erwerben. Insgesamt wurden während der Programmlaufzeit etwa 20 Verbundprojekte durchgeführt. Eine Zusammenfassung findet sich in Junk (1998). Stellvertretend sollen hier drei Projekte in den geographischen Schwerpunkten Belém, Manaus und Cuiabá mit ihren Zielen und wichtigsten Resultaten kurz dargestellt werden.

Leider kam das SHIFT-Programm zu einem vorzeitigen Ende. Im Jahre 2002 wurde zwar bei einer Begutachtung in Brasilia durch eine unabhängige deutsch-brasilianische Kommission einstimmig die Weiterführung empfohlen. Trotzdem wurde eines der erfolgreichsten Programme der wissenschaft-

lichen Zusammenarbeit abgebrochen, ohne dass vergleichbar gute Programme als Ersatz verfügbar gewesen wären.

2.1 Kleinbauernlandwirtschaft im Umbruch: Tipitamba

Von 1991-2003 wurde das Projekt *Sekundärwald und Brachevegetation in der Kulturlandschaft des östlichen Amazonasgebietes – Funktion und Manipulierbarkeit* vom Zentrum für Entwicklungsforschung (ZEF) der Universität Bonn in Zusammenarbeit mit *Embrapa Amazônia Oriental, Belém (Projeto "Tipitamba")* und der Universität Göttingen (Agrartechnik) durchgeführt. Die Problemstellung ergab sich aus der Tatsache, dass im brasilianischen Amazonasgebiet etwa 400.000 Kleinbauernfamilien vom Brandrodungsfeldbau leben. Die Brandrodung ist zentraler Bestandteil der Wald-/Buschbrachesysteme, die aus einer kurzen (1-2 Jahre) Anbauphase und einer mehrjährigen (3-15 Jahre) Brachephase bestehen.

Insbesondere in den dicht besiedelten Regionen des Amazonasgebietes, wie z.B. der Untersuchungsregion Bragantina bei Belém im Nordosten des Bundesstaates Pará, ist das kleinbäuerliche Brachesystem mit Brandrodung durch steigenden Bevölkerungsdruck und durch marktwirtschaftlich begründete Produktionssteigerungen zunehmend intensiviert worden. Durch die Intensivierung werden vielerorts die Grenzen der agrarökologischen Tragfähigkeit der fragilen tropischen Standorte überschritten. Es kommt zu Landdegradation und sinkender landwirtschaftlicher Produktivität. Die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen des Brachesystems ist nicht mehr gewährleistet.

Das Projekt hatte zum Ziel, die ökologisch kritischen Punkte des Brachesystems mit Brandrodung zu identifizieren und Alternativen zur Brandrodung sowie Brachemanagementtechniken zu entwickeln. Das Forschungsprojekt konnte zeigen, dass das Agrarland aus unterschiedlichen Gründen degradiert: 1. gehen während der Brandrodung wichtige Pflanzennährstoffe (N, S, P, K, Ca, Mg) gasförmig in die Atmosphäre verloren; 2. verhindern verkürzte Brachephasen die Regeneration der Brachevegetation und 3. verringert maschinelle Bodenbearbeitung (Pflügen und Eggen) oder der Anbau von semi-permanenten Kulturen über mehrere Jahre (Pfeffer, Passionsfrucht) ohne regelmäßige Brachephasen den Gehalt an organischem Material im Boden, der für die Bodenfruchtbarkeit wichtig ist.

Brandrodung in der Kulturlandschaft bedeutet nicht nur Nährstoffverluste in die Atmosphäre, sondern vor allem auch ein hohes betriebs- und volkswirtschaftliches Schadensrisiko durch unbeabsichtigte Feuer. So entstehen

jedes Jahr in der Brennsaison Millionenschäden durch außer Kontrolle geratene Brandrodungsfeuer.

Als Alternative zur Brandrodung wurde ab 1996 die feuerfreie Flächenvorbereitung mittels mechanisiertem Häckseln und Mulchen untersucht (Denich et al. 2004). Dafür wurden ein Gehölmähhäcksler entwickelt und verschiedene Forstmulcher im Praxiseinsatz getestet. Feldversuche zeigten, dass Mulchen mit Pflanzenmaterial aus der Brachevegetation mit Düngergaben verbunden sein muss, da ansonsten die Ernteerträge unter der Rentabilitätsgrenze liegen. Im Hinblick auf die Erhaltung der Produktivität des Bodens stellt Mulchen zusammen mit Düngung eine optimale Kombination dar: Mulchen bedeutet die Zufuhr von organischer Substanz zum Oberboden, wodurch die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des Bodens verbessert werden, und mit der Düngung wird gleichzeitig der Nährstoffverarmung des Bodens vorgebeugt.

Kosten-Nutzen-Analysen und bioökonomische Modellrechnungen haben gezeigt, dass bei Umsetzung des Mulchsystems in Verbindung mit Düngung, Verlängerung der Anbauphase und Verkürzung der Brachephase (Anreicherungs-pflanzung) die Produktivität (Flächen- und Arbeitsproduktivität) und damit auch das Einkommen der Kleinbauernbetriebe verdoppelt werden kann, verglichen mit dem traditionellen Brandrodungssystem.

Ein wichtiger Effekt des maschinellen Häcksel- und Mulch-Ansatzes ist, dass Feuer in einer Kulturlandschaft, in der auch Dauerkulturen eine wichtige Rolle spielen, vermieden und damit Verluste durch unkontrollierte Feuer reduziert werden können. Die Kleinbauern sehen andere Vorteile wie z.B. keine körperlich anstrengenden Rodungsarbeiten, nicht an die Trockenzeit gebundene Feldvorbereitung (da Brennen entfällt), durch die Mulchschicht geringerer Unkrautwuchs, Erosionskontrolle oder den Erhalt von Humus und Bodenfeuchte.

2.2 Die *Várzea*-Projekte am mittleren Amazonas

1989 wurden eine Reihe von SHIFT-Projekten in Manaus initiiert, die unter der Leitung des Plöner Max-Planck-Instituts für Limnologie und des Nationalen Amazonas-Forschungsinstituts (INPA – *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*) mit verschiedenen Partnerinstituten in Manaus durchgeführt wurden. Ziel der Arbeiten war es, die bisherige Nutzung der Ressourcen der Überschwemmungsgebiete entlang der großen sediment- und nährstoffreichen Weißwasserflüsse (*Várzeas*) zu untersuchen und Konzepte zu einer nachhaltigen Entwicklung und Verbesserung der Lebensbedingun-

gen der dortigen Bevölkerung zu erarbeiten. Etwa 90% der Landbevölkerung des Staates Amazonas lebt in diesen Gebieten. Durchgeführt wurden praxisorientierte Studien zur Sozioökonomie, Fischerei, kleinbäuerlichen Landwirtschaft, Viehwirtschaft und Forstwirtschaft. Die Arbeiten basierten auf der langjährigen Grundlagenforschung des Plöner Instituts und des INPA. Die Resultate der ersten Projektphase wurden in etwa 200 wissenschaftlichen Arbeiten und im Jahre 2000 in einer Monographie veröffentlicht (Junk et al. 2000). Während der Arbeiten zeigte sich, dass für Konzepte zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung die wissenschaftlichen Grundlagen fehlten. Diese wurden in einer zweiten Projektphase erarbeitet. Der Schlüssel zum Erfolg war die Entwicklung und routinemäßige Anwendung dendrochronologischer Methoden bei amazonischen Bäumen. Diese Methoden galten zuvor in den feuchten Tropen als nicht anwendbar, da die Bildung von Jahresringen wegen des Fehlens einer klimatischen Saisonalität ausgeschlossen wurde. Wissenschaftler der SHIFT-Projekte konnten jedoch nachweisen, dass die hydrologische Saisonalität in den amazonischen Überschwemmungswäldern die Bildung lesbarer Jahresringe hervorruft. Auf dieser Basis wurde ein Managementkonzept mit dem Namen "Growth Oriented Logging" (GOL) entwickelt, das als erstes Konzept in den feuchten Tropen auf direkten Wachstumsparametern der verschiedenen Baumarten im Bestand beruht (Schöngart 2008). Ein Buch zur Ökophysiologie, Biodiversität und nachhaltigen Nutzung amazonischer Überschwemmungswälder sowie ein Bestimmungsbuch für die 200 wichtigsten Baumarten des Gebietes sind 2009 erschienen (Junk et al. 2009: 708; Wittmann et al. 2009).

Ein kritischer Engpass in der Nutzung der Ressourcen der Várzea ist die Wasserstandsvorhersage. Eine zuverlässige Voraussage erlaubt es den Bewohnern, ihre Aktivitäten langfristig zu planen und Verluste durch extreme Hoch- und Niedrigwasserstände zu reduzieren. Es wurde für den mittleren Amazonas ein Vorhersagemodell basierend auf den Temperaturdaten des Pazifiks für die Höchst- und des Atlantiks für die Niedrigwasserstände entwickelt, das eine recht hohe Präzision erreicht (Schöngart/Junk 2007). Dieses Modell sagt z.B. mit drei Monaten Vorlauf für das Jahr 2009 ein extremes Hochwasser voraus. Die Landesregierung des Staates Amazonas hat daraufhin für die betroffenen Gebiete bereits Hochwasserwarnungen ausgesprochen.

2.3 Die Pantanal-Projekte

Die SHIFT-Pantanal-Projekte entstanden auf Initiative der Vertreter von Universität, Landesumweltbehörde und einer Nichtregierungsorganisation (NGO) in Mato Grosso, die Partner suchten für angewandte Forschung zur Schaffung von nachhaltigen Nutzungskonzepten des Pantanals, des größten Überschwemmungsgebietes der Welt. Diese Partner fanden sie in der AG Tropenökologie des Max-Planck-Instituts (MPI) für Limnologie (Leitung Prof. Dr. Wolfgang J. Junk) für den Bereich Ökologie und im Forschungsschwerpunkt Lateinamerika am Lehrstuhl Wirtschafts- und Sozialgeographie (Prof. Dr. Gerd Kohlhepp) der Universität Tübingen.

Das Pantanal ist ein weiträumiges, saisonales Überschwemmungsgebiet im zentral-westlichen Bereich Brasiliens. Menschliche Kultur sowie Tier- und Pflanzengesellschaften sind geprägt von den einmal jährlich auftretenden Überschwemmungen. Das Ökosystem wird bedroht durch Änderungen des Überschwemmungszyklus, durch nicht angepasste Landnutzungsformen und durch Einträge von erodierten Sedimenten und Agrarchemikalien aus dem Einzugsgebiet. Die ökologischen Prozesse des Systems sind nur wenig bekannt.

Hauptanliegen der Projekte war es, zur Kenntnis von Struktur und Funktion des Pantanals und seines Einzugsgebietes beizutragen mit dem Ziel, Vorschläge zur Reduzierung negativer menschlicher Einflüsse auf die Umwelt und nachhaltige Nutzungs- und Schutzkonzepte zu entwickeln.

Für Strukturanalysen wurden deskriptive Methoden der Limnologie, Chemie, Botanik, Zoologie und Anthropogeographie benutzt. Für Ökosystemprozessanalysen wurden natürliche Variablen experimentell modifiziert und getestet. Für das *up-scaling* der Daten wurden Fernerkundungstechniken benutzt. Präsentation der Ergebnisse und Beratung von Regierungs- und Nichtregierungsorganisationen trugen zur Implementierung in die Praxis bei.

Der Flutpuls ist die systembestimmende Komponente im Pantanal. Er führt zu einer großen Anzahl spezifischer Habitats, die bestimmten Positionen entlang des Überschwemmungsgradienten zugeordnet werden können. Da Artendiversität mit Habitatdiversität assoziiert ist, ist die Zahl der Tier- und Pflanzenarten sehr hoch, die Zahl der ausschließlich in diesem Gebiet vorkommenden Arten (Endemismen) jedoch sehr gering, was auf den intensiven Artenaustausch mit angrenzenden Ökosystemen sowie auf eine hohe paleo-klimatische Instabilität zurückzuführen ist.

Die Böden sind zumeist sauer, reich an Aluminium und haben geringe Nährstoffgehalte. Es wurden eine Reihe von Anpassungsstrategien beschrie-

ben, die die Existenz von Tier- und Pflanzengesellschaften und auch des Menschen in dem durch Überschwemmung, Trockenheit, Feuer und Nährstoffmangel geprägten Lebensraum ermöglichen. Die reiche Biodiversität, die Ökosystemdienstleistungen und besonderen Kulturformen dieses einzigartigen Überschwemmungsgebietes können nur erhalten bleiben, wenn es gelingt, für die natürlichen Ressourcen nachhaltige Nutzungsmethoden zu entwickeln, repräsentative und vernetzte Naturschutzgebiete auszuweisen und die natürlichen hydrologischen Muster (den Flutpuls) zu erhalten.

Die sozioökonomischen, wirtschafts- und sozialgeographischen Prozesse im Pantanal und seinem Einzugsgebiet wurden im Rahmen verschiedener Fallstudien (Dissertationen in TBGL – *Tübinger Beiträge zur Geographischen Lateinamerikaforschung*) untersucht und zeigen eine enorme Dynamik (Kohlhepp 1995), mit der die Entwicklung der administrativen Strukturen bei Weitem nicht mithalten kann. Dies führt zu dauernden Konflikten zwischen den verschiedenen Interessengruppen und zu schweren, teilweise irreversiblen Umweltschäden. So führt z.B. der in Folge von ungeeigneten Landnutzungsformen im Einzugsgebiet stark angestiegene Sedimenteintrag über die Flüsse in das Pantanal zu großflächigen Veränderungen der Hydrologie.

Im Rahmen der Projekte wurden etwa 300 wissenschaftliche Publikationen in Fachzeitschriften veröffentlicht sowie 1994 ein Master-Kurs "Ökologie und Erhaltung der Biodiversität" ins Leben gerufen. Die Projekte hatten einen sehr positiven Effekt auf die Forschungslandschaft und auf den Wissenstransfer in der Region (Nunes da Cunha/Wantzen/Junk 2004) und führten unter anderem zur Gründung des Forschungsnetzwerkes CPP (*Centro de Pesquisa do Pantanal*; <<http://www.cppantanal.org.br/>>, 25.08.2009), weiteren deutsch-brasilianischen Folgeprojekten unter Leitung von PD Dr. Karl Matthias Wantzen und 2009 zur Errichtung des Nationalen Feuchtgebiets-Instituts unter Koordination von Professor Junk. Die Gründung von *spin-off*-Firmen für Landschaftsplanung und Gewässeranalyse und insbesondere die Besetzung von wichtigen Positionen in den Umwelt- und Naturschutzbehörden und Universitäten durch ehemalige brasilianische Projektmitarbeiter tragen im besonderen Maße zur nachhaltigen Umsetzung der gemeinsam erarbeiteten Forschungsergebnisse bei. Für den Schutz der Einzugsgebiete gegen Erosion und für die nachhaltige Nutzung der Ressourcen im Pantanal wurden Managementkonzepte entwickelt (Wantzen et al. 2006; 2008). Viele Elemente der in den brasilianisch-deutschen Projekten erarbeiteten integrativen Nutzungs- bzw. Schutzkonzepte sind bereits von politischer Seite aufge-

nommen worden, z.B. die Wiederaufpflanzung von Galeriewaldstreifen entlang von Flussufern. Basis für eine zielgenauere Gesetzgebung wird ein neues Klassifizierungssystem der Habitats des Pantanal sein. Die Resultate der bisherigen Forschungsarbeiten wurden veröffentlicht in Junk et al., 2009.

3. Das “Mangrove Dynamics and Management (MADAM)-Projekt”

Im Jahre 1995 wurde das Verbundprojekt “Mangrove Dynamics and Management” ins Leben gerufen, das bis 2005 lief. Es war unter Leitung von Professor Saint-Paul am Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT) in Bremen angesiedelt. Brasilianische Partner waren die Universität von Pará (UFPA/NUMA) und das Museum Emilio Goeldi in Belém. Ziel des Projekts war die Untersuchung der Mangroven-Dynamik und das nachhaltige Management der Mangrovenwälder und ihrer Ressourcen in der Gegend von Belém (Berger et al. 1999). Unter den tropischen Küstenökosystemen kommt der Mangrove, die als Übergangsbereich zwischen Wasser und Land weite Teile der tropischen Lagunen und Ästuare einnimmt, besondere Bedeutung zu: Sie ist ein offenes System, das vom Land und vom Meer beeinflusst wird. Durch den Süß- und Salzwassereintrag entsteht ein Brackwassersystem, welches die Zusammensetzung und Struktur der Vegetation bestimmt. Die Mangrove wird stark ausgebeutet und durch konkurrierende Nutzung von Fischerei und Holzwirtschaft, Gewinnung von Siedlungsraum, bauliche Maßnahmen, Shrimpzucht, Industrie und Schifffahrt zerstört.

Ein Schwerpunkt der Arbeiten im Rahmen des MADAM-Projekts galt der synoptischen Analyse der Mangrovenwalddynamik auf lokaler und regionaler Ebene mithilfe des Mangrovenwaldmodells KiWi, das auf dem Simulationsansatz FON (*Field of Neighbourhood*) basiert (Berger et al. 2002). Hierzu wurden dendrochronologische Untersuchungen an Mangrovenbäumen durchgeführt, ebenso die Feldarbeiten zur Forststruktur und der natürlichen Wiederbesiedlung degradierter Flächen. In Kooperation mit dem Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR) wurde die Analyse der Forststruktur mithilfe der Fernerkundung abgeschlossen. Dank palynologischer Untersuchungen konnten die Veränderungen der Mangrovenbedeckung in den letzten fünf- bis zehntausend Jahren gut dokumentiert werden. Eine Folgenabschätzung zur Auswirkung eines durch den Klimawandel bedingten Meeresspiegelanstiegs ist somit möglich. Eine GIS (Geographische Informationssysteme) basierte Gefährdungsabschätzung der nordbrasilianischen Küste liegt ebenfalls vor (Szlafsztein/Sterr 2007).

Im Rahmen botanischer Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass Veränderungen in der Waldstruktur, Biomasse und Produktivität an Überschwemmungsfrequenz, Bodensalinität und Phosphatkonzentrationen gekoppelt sind. Die Rolle der Mangroven im küstennahen Nährstoffzyklus konnte geklärt werden (Dittmar/Lara 2001). Ein weiterer wichtiger Arbeitsschwerpunkt befasste sich mit der wichtigsten Nutzart der Mangrovenkrabbe *Ucides cordatus* (Diele/Koch/Saint-Paul 2008). Mithilfe populationsdynamischer Daten und Informationen zur Biologie können Managementempfehlungen verlässlicher ausgesprochen werden. Die Umsetzung geschah durch intensive Zusammenarbeit mit der brasilianischen Umweltbehörde IBAMA. Ergänzend wurden Untersuchungen zur Populationsdynamik der Winkerkrabben (*Uca* spp.) durchgeführt, denen eine Schlüsselrolle im intertidalen Nahrungsnetz zukommt (Koch/Wolff/Diele 2005).

Die soziologischen Daten zur Ressourcennutzung (Glaser/Krause 2003) und deren ökonomische Bedeutung für die Landbevölkerung werden zusammen mit den anderen Daten im Mangroveninformationssystem MAIS zusammengefasst, auf dessen Grundlage ein *Decision-Support-System* aufgebaut wurde. Dies ermöglicht die Synthese und graphische Auswertung von Projektdaten durch die Kopplung mit einem GIS. Damit stehen Instrumente zur Planung und Überwachung einer nachhaltigen Ressourcennutzung und des Küstenzonenmanagements zur Verfügung. Zahlreiche Fischarten, für die die Mangrove Kinderstube ist, konnten identifiziert werden. Darunter sind auch wichtige kommerzielle Arten. Tideninduzierte Wanderungsmuster von Fischen zwischen Ästuar und Mangrove wurden mithilfe eines Echolots in hoher zeitlicher Auflösung erfasst und analysiert (Krumme/Saint-Paul 2003). Die Ergebnisse wurden bislang in mehr als 150 wissenschaftlichen Veröffentlichungen publiziert. MADAM-Wissenschaftler waren maßgeblich am Aufbau der Masterstudiengänge "International Studies in Aquatic Tropical Ecology" in Bremen und "Ecologia Aquatica" in Belém beteiligt.

4. Untersuchung der Fertilität und ökologischen Prozesse in den östlichen und nordöstlichen brasilianischen Küstengewässern: JOPS I und II

1991/92 und 1994/95 wurden vom ZMT und verschiedenen brasilianischen Universitäten in den östlichen und nordöstlichen brasilianischen Küstengewässern die Forschungsreisen JOPS I und II unter Leitung von Dr. Werner Ekau (ZMT), Dr. Bastiaan Knoppers (UFF) und Dr. Silvio Macedo (UFPE) durchgeführt (Knoppers et al. 1999). Die brasilianische Küste wird in ihren

Klimaten und Umweltbedingungen vom südäquatorialen Strom des Atlantiks und den regionalen terrestrischen Bedingungen geprägt. Vier Großgebiete werden von ihrer Entstehung und übergeordneten Struktur her unterschieden: 1.) die nördliche Quartärküste, 2.) die nordöstliche und östliche Küste tertiären Ursprungs von Maranhão bis Rio de Janeiro/Cabo Frio, 3.) die südöstliche Granit-Küste von Rio de Janeiro bis Santa Catarina und 4.) die südliche Quartärküste von 29 bis 34°S.

Der schmale nordöstliche Schelf besteht hauptsächlich aus Kalksedimenten und -algen, die Produktion wird wesentlich durch die vorgelagerten Inseln und Bänke erhöht, die von Fischen während ihrer Nahrungswanderungen aufgesucht werden. Hydrographisch ist dieses Gebiet besonders wichtig, da sich hier der Südäquatorialstrom in den nach Süden fließenden Brasilstrom und den entlang der Nordküste fließenden Nordbrasilstrom auffächert. Der auf dem Kontinentalschelf fließende Brasilstrom beeinflusst damit sowohl die Küstenbiotope (Mangrovenwälder, Watten und Sandküsten) als auch die biologischen und sedimentologischen Prozesse im Meer. Der menschliche Einfluss in diesem Gebiet durch Besiedlung, Tourismus, Landwirtschaft und Industrie ist besonders ausgeprägt.

Die Ostküste, besonders im Bereich zwischen Bahia und Cabo Frio, zeichnet sich durch viele Flüsse mittlerer Größe aus, die hohe Sedimentfrachten und eine Reihe Verunreinigungen (u.a. Schwermetalle) aus dem Inland in die Küstengewässer transportieren. Die anthropogenen Einflüsse sind vor allem die Verschmutzung durch die Industrie (Chemie, Zellulose), die Folgen der Abholzung der inländischen und Küstenwälder, Veränderungen der Landschaft durch Staudämme und die hohe Besiedlung und touristische Nutzung. Der Kontinentalschelf ist in diesem Bereich breiter als im Norden und bildet mit seinen vorgelagerten Inseln, Bänken und unterseeischen Rücken zwischen Abrolhos und Trindade eine geomorphologische Barriere für den Brasilstrom. Die Folge ist eine Anzahl kleinräumiger Wirbel und Auftriebsgebiete, die die Produktivität und die Biodiversität in diesem Meeresgebiet stark erhöhen. An den flachen Stellen können sich Korallenriffe ausbilden, die durch die belastenden Schwebstoffe aus den Flüssen erste Veränderungen im Metabolismus zeigen.

In einem übergreifenden, multidisziplinären Projekt wurden die Folgen von vermehrter Eutrophierung, Eintrag an Schwermetallen und erhöhten Sedimentations- und Trübstoffraten auf die biologische Produktion und die Artengemeinschaften in der Wassersäule und am Boden untersucht. Zwei Hauptuntersuchungsgebiete wurden dafür ausgewählt: das Gebiet des ver-

breiterten Kontinentalschelfs zwischen 15 und 23°S und das Schelfgebiet mit den vorgelagerten Bänken im Nordosten zwischen 3 und 9°S.

Während dieser Expedition wurden intensive Untersuchungen über die Sedimentationsprozesse auf dem Schelf sowie die lokalen Einflüsse durch die Flüsse durchgeführt. Hierzu waren die geophysikalische Aufnahme des Bodens sowie die geologische und biogeochemische Untersuchung der Sedimente vorgesehen. Die Struktur der planktischen und benthischen Lebensgemeinschaften und deren Bezug zu den lokalen abiotischen Umweltverhältnissen gaben Aufschlüsse über die Auswirkungen verschiedener Schadstoffeinträge und klimatischer Veränderungen. Die Zusammenhänge und gegenseitigen Abhängigkeiten von Küstengewässern und Landsystemen aufzudecken, ist durch den zunehmenden Bevölkerungsdruck auf die Küstenregionen von wachsender Bedeutung.

5. Das Kooperationsprogramm “Wissenschaft und Technik für die Mata Atlântica”

Unter dem Dach von “Wissenschaft und Technik für die Mata Atlântica” gehen deutsche und brasilianische Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen der Frage nach, wie die letzten 50.000 unversehrten km² Küstenwald für die Zukunft erhalten werden können. Ziel des Programms: die Wissensgrundlage für Strategien und Handlungsalternativen für Schutz und nachhaltige Nutzung dieses einzigartigen Naturraums zu schaffen und in enger Kooperation mit den zuständigen brasilianischen Entscheidungsträgern (stakeholder) zur Umsetzung zu bringen (Henle et al. 2004). Von insgesamt sechs geplanten Projekten waren vier seit Beginn des Programms 2002 bis Ende der 2. Phase 2009 in verschiedenen Regionen der Mata Atlântica aktiv.

Im Projekt BIOCAPSP – *Biodiversität in fragmentierten Landschaften auf dem Atlantischen Plateau der Region São Paulo* – werden die Auswirkungen des Verlusts und der Fragmentierung der Mata Atlântica auf ausgewählte Tiergruppen, Pflanzen und die genetische Variabilität von Amphibien und Kleinsäugetern sowie auf die Waldregeneration erforscht. In der ersten Projektphase wurden zusätzlich Auswirkungen der Waldfragmentierung und des Waldverlustes auf den Boden sowie die Abhängigkeit der lokalen Bevölkerung von Waldressourcen untersucht (Metzger et al. 2003). An anwendungsrelevanten, bereits vorliegenden Ergebnissen soll hervorgehoben werden, dass zusammen mit BIOTA-FAPESP prioritäre Gebiete für den Schutz von Biodiversität, für Korridore und für die Regeneration von Wäldern identifiziert wurden. Die entstandenen Karten wurden vom Staat São Paulo als

offizielle Planungsgrundlagen übernommen. BIOCAPSP wird von Jean Paul Metzger, Laboratório de Ecologia da Paisagem e Conservação da Natureza (LEPAC), Instituto de Biociências, USP und Klaus Henle, Department Naturschutzforschung, Helmholtzzentrum für Umweltforschung – UFZ, Leipzig, koordiniert.

Das Projekt *Beziehungen zwischen Bromelien und Tieren im brasilianischen Küstenregenwald* erforscht die Beziehungen zwischen Bromelien und den auf ihnen lebenden über 500 wirbellosen Tierarten. Ziel des Projekts ist es einerseits, Kenntnisse über die Zusammensetzung und Funktionen des Regenwalds zu gewinnen. Andererseits sollen die Ergebnisse auch mit denen aus Sekundärwäldern verglichen werden, um dort Regenerationsstadien zu beschreiben. Durch ein besseres Verständnis der Interaktionen zwischen Bromelien und ihren Bewohnern (Zillikens et al. 2005) soll schließlich geklärt werden, inwieweit die Zusammensetzung der Bromelien bewohnenden Fauna als Indikator für den Qualitätszustand von Wäldern genutzt werden kann. Das Bromelien-Projekt wird von Carlos Brisola Marcondes, Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Centro de Ciências Biológicas (UFSC), Florianópolis und Anne Zillikens, Zoologisches Institut der Universität Tübingen, geleitet.

Das Projekt *SOLOBIOMA – Bodenbiota und Biogeochemie in Küstenregenwäldern Südbrasilens* untersucht in verschiedenen alten Sekundärwäldern die Artenvielfalt und Funktion von Bodenorganismen im Vergleich zu alten, wenig vom Menschen beeinflussten Waldgebieten. Auf dieser Grundlage wird die Bedeutung von Wald- und Agroforstflächen für die Erhaltung der regionalen Diversität beurteilt und ein Klassifikationssystem zur Beurteilung der ökosystemaren Qualität von Wäldern entwickelt. Pflanzen- und Tiergemeinschaften zeigen deutlich, wie lange die Wälder benötigen, um ihre Diversität und damit verbundene ökosystemare Funktionen wieder zu erlangen (Borges/Höfer 2004). Nur die ältesten Bestände stellen wirklich Refugien dar (Bihn et al. 2008). Die Erkenntnisse wurden in die Managementpläne der brasilianischen Partner (NGOs SPVS, Stiftung “O Boticário”, Mater Natura; Umweltbehörde ICMBio) integriert. Die enge Vernetzung mit brasilianischen Institutionen, sichtbar im neu gegründeten Kompetenzzentrum für den Schutz der Biodiversität “InBioVeritas” (<<http://www.InBioVeritas.net>>, 25.08.2009), ist eine wichtige Grundlage für die Akzeptanz der Schlussfolgerungen bei regionalen Entscheidungsträgern und gewährleistet die Orientierung der Empfehlungen an der tatsächlichen Bedarfslage. SOLOBIOMA wird von Renato Marques, Abt. Bodenkunde und Agraringenieurwesen der

UFPR und Hubert Höfer, Abt. Zoologie am Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe, geleitet.

Das Projekt *Störung, Fragmentierung und Regeneration des atlantischen Regenwaldes in der Region Pernambuco im Nordosten Brasiliens – Projeto Fragmentos* ist in einer Region Brasiliens beheimatet, in der schon seit Jahrhunderten der Regenwald gefällt wird, um Anbaufläche für Zuckerrohr zu gewinnen (Kimmel et al. 2008). Im “Projeto Fragmentos” werden die Auswirkungen der Fragmentierung der Wälder auf die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften sowie der wichtigen systemerhaltenden Prozesse der Bestäubung und Samenausbreitung untersucht. Deutliche Unterschiede sind z.B. in der Vegetationsstruktur der Waldränder verglichen mit dem Waldesinneren zu erkennen (Schessl et al. 2008). Ein wichtiges Ziel des Projektes ist es, Veränderungen durch die Regenwaldfragmentierung zu erkennen, um den Besitzern der Zuckerrohrplantagen konkrete Vorschläge zum besseren Schutz dieser letzten Wälder machen zu können. Das “Projeto Fragmentos” wird von Maria J. N. Rodal, Abt. für Biologie der UFRPE und Gerhard Gottsberger, Botanischer Garten und Herbarium der Universität Ulm, geleitet.

6. Schlussbetrachtungen

Seit Ende der 1980er Jahre wurden die deutschen Aktivitäten auf dem Sektor Tropenökologie vom BMBF in Brasilien verstärkt gefördert. Die Programme SHIFT, MADAM und Mata Atlântica sowie die wissenschaftlichen und politischen Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Programm zum Schutze des brasilianischen Regenwaldes führten zu einer Vielzahl von wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die unser Wissen um die Strukturen und Funktionen südamerikanisch-tropischer Ökosysteme wesentlich erweitert und maßgebliche Beiträge zu deren nachhaltigen Nutzung geleistet haben.

Zudem wurde eine große Zahl von jungen deutschen und brasilianischen Wissenschaftlern ausgebildet, die insbesondere in Brasilien sofort nach ihrer Ausbildung in die Wissenschafts- und Verwaltungseinrichtungen aufgenommen wurden und dort jetzt die erlernten Fähigkeiten nutzbringend einsetzen können. In den Forschungszentren Belém, Manaus und Cuiabá wurde die Infrastruktur und die Qualität der Forschung an den beteiligten Forschungseinrichtungen maßgeblich verbessert.

Die Erfolge der Projekte wurden nicht nur in der Wissenschaftlergemeinschaft, sondern auch in Politik und Öffentlichkeit hinreichend gewürdigt. Die Professoren Junk, Sioli und Kohlhepp erhielten das “Grão-Cruz”, die

höchste brasilianische Wissenschaftsauszeichnung, und die Professoren Kohlhepp – der auch den Vorsitz in der International Advisory Group des PPG-7 (einem Pilotprogramm zum Schutz der tropischen Regenwälder Brasiliens) innehatte – und Junk das Bundesverdienstkreuz. Die unter dem Projektnamen “Tipitamba” in Belém laufenden SHIFT-Projekte wurden 2002 mit dem “Chico-Mendes-Umweltpreis” in der Kategorie “Technologie und Wissenschaft” ausgezeichnet. Darüber hinaus belegte das Tipitamba-Team 2003 bei der Embrapa-internen Evaluierung den 1. Platz in der Kategorie “Zusammenarbeit” und gewann den Preis des “Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA-PA) – Meio Ambiente e Recursos Hídricos 2008” in der Kategorie “Rurale Umwelt”. Das zeigt, dass der forschungspolitische Ansatz, umfassende Verbundprojekte langfristig finanziell zu fördern, sehr erfolgreich sein kann. Werden erfolgreiche Verbundprojekte, wie im Falle von SHIFT geschehen, vorzeitig beendet, wird auf die Ernte eines Teils der Früchte der wissenschaftlichen Arbeiten verzichtet.

Deutsche tropenökologische Grundlagenforschung findet heute in Südamerika nur noch sehr begrenzt statt. Ihr Schwerpunkt hat sich insbesondere auf Afrika verlagert. Insgesamt steht ihr Anteil in keinem Verhältnis zu der wirtschaftlichen Bedeutung, die Tropenländer für den Warenaustausch mit Deutschland besitzen. Forschung ist die Voraussetzung für nachhaltige Ressourcennutzung in den Tropenländern und diese ist die Grundlage für politische Stabilität, erfolgreiche Handelsbeziehungen und in Zukunft auch für die Kontrolle der globalen Klimaveränderungen.

Außerdem befindet sich die deutsche tropenökologische Forschung zur Zeit im Umbruch. Wichtige Forschungszentren wurden mit der Emeritierung ihrer Leiter geschlossen wie z.B. die AG-Tropenökologie am MPI für Limnologie in Plön und die tropenökologischen Aktivitäten an den Universitäten Würzburg, Tübingen, Ulm und Leipzig. Einige neue Zentren haben sich entwickelt, z.B. das Institut für Marine Tropenökologie (ZMT) in Bremen und das Zentrum für Entwicklungsforschung (ZEF) in Bonn. Inwieweit die Neuzugänge den Wegfall anderer Strukturen auszugleichen vermögen, bleibt abzuwarten.

In Bezug auf die Forschungsförderung durch den BMBF kann festgestellt werden, dass mit dem Ende von SHIFT, MADAM und des nur kurzen WAVES-Programms (1998-2000) im Nordosten Brasiliens (Gaiser et al. 2002) eine deutliche Reduzierung der bilateralen deutsch-brasilianischen Projekte eintrat und eine gewisse Konzeptlosigkeit in der Wissenschaftskooperation vorherrschte. In jüngster Zeit gibt es jetzt jedoch wieder erfolgver-

sprechende neue Ansätze. Vor kurzem hat das BMBF die Förderung eines umfangreichen deutsch-brasilianischen Projekts zur Klimaforschung in Amazonien bekannt gegeben, das vom MPI für Luftchemie in Mainz und dem INPA in Manaus koordiniert werden soll. Es ist zu hoffen, dass die neuen Initiativen die Erfolge der bisherigen Projekte in Betracht ziehen und auf ihnen aufbauen, um so die entstandenen Brüche zu schließen, die durch deren Ende verursacht wurden.

Literaturverzeichnis

- Berger, Uta/Glaser, Marion/Koch, Boris/Krause, Gesche/Lara, Rubén/Saint-Paul, Ulrich/Schories, Dirk/Wolff, Matthias (1999): "An Integrated Approach to Mangrove Dynamics and Management". In: *Journal of Coastal Conservation*, 5, S. 125-134.
- Berger, Uta/Hildenbrandt, Hanno/Grimm, Volker (2002): "Towards a Standard for the Individual-based Modelling of Plant Populations: Self-thinning and the Field-of-neighbourhood Approach". In: *Natural Resource Modelling*, 15.1, S. 39-54.
- Bihn, Jochen H./Verhaagh, Manfred/Brändle, Martin/Brandl, Roland (2008): "Do Secondary Forests Act as Refuges for Old Growth Forest Animals? Recovery of Ant Diversity in the Atlantic Forest of Brazil". In: *Biological Conservation*, 141, S. 733-743.
- Borges, Clovis R. S./Höfer, Hubert (2004): "Land Use, Forest Regeneration, and Conservation in the Atlantic Rainforests of Paraná, Brazil – Why Study the Soil Fauna?" In: Beck, Erwin/Berendsohn, Walter G./Boutros, Minnattallah/Denich, Manfred/Henle, Klaus/Jürgens, Norbert/Kirk, Michael/Wolters, Volkmar (2004): *Sustainable Use and Conservation of Biological Diversity – A Challenge for Society*. Bonn: DLR, S. 71-73.
- Denich, Manfred/Vielhauer, Konrad/Kato, Maria do Socorro de Andrade/Block, Andreas/Kato, Osvaldo Ryohei/Abreu Sá, Tatiana Deane de/Lücke, Wolfgang/Vlek, Paul L. G. (2004): "Mechanized Land Preparation in Forest-based Fallow Systems: The Experience from Eastern Amazonia". In: *Agroforestry Systems*, 61, S. 91-106.
- Diele, Karen/Koch, Volker/Saint-Paul, Ulrich (2005): "Population Structure, Catch Composition and CPUE of the Artisanally Harvested Mangrove Crab *Ucides Cordatus* (Ocypodidae) in the Caeté Estuary, North Brazil: Indications for Overfishing?". In: *Aquatic Living Resources*, 18, S. 169-178.
- Dittmar, Thorsten/Lara, Rubén (2001): "Driving Forces behind Nutrient and Organic Matter Dynamics in a Mangrove Tidal Creek in North Brazil". In: *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52, S. 249-259.
- Gaiser, Thomas/Frischkorn, Horst/Krol, Maarten (Hrsg.) (2002): *Global Change and Regional Impacts. Water Availability and Vulnerability of Ecosystems and Society in the Semi-arid Northeast of Brazil*. Weikersheim: Margraf.
- Glaser, Marion/Krause, Gesche (2003): "User-based Mangrove Co-management in Brazil. Conservation and Sustainable use of Agricultural Biodiversity". In: *A Sourcebook*, 3, S. 559-564.
- Henle, Klaus/Matos, Dalva/Knogge, Christoph. (2004): "Mata Atlântica. The Brazilian-German Cooperation Program 'Science and Technology for the Mata Atlântica': Back-

- ground, Goals, and Current Activities". In: Beck, Erwin/Berendsohn, Walter G./Boutros, Minnattallah/Denich, Manfred/Henle, Klaus/Jürgens, Norbert/Kirk, Michael/Wolters, Volkmar (2004): *Sustainable Use and Conservation of Biological Diversity – A Challenge for Society*. Bonn: DLR, S. 114-120.
- Junk, Wolfgang J. (1992): "Tropenökologie". In: Werz, Nikolaus (1992): *Handbuch der deutschsprachigen Lateinamerikakunde*. Hrsg. im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Deutsche Lateinamerika-Forschung (ADLAF) und des Arnold Bergstraesser-Instituts. Freiburg, S. 701-747.
- (1998): "Die Aktivitäten des SHIFT-Programms". In: Freitas, Maria de Lourdes Davies de (Hrsg.) (1999): *Amazonien: Himmel der Neuen Welt*. Bonn, S. 247-256.
- Junk, Wolfgang J./Ohly, Jörg J./Piedade, Maria Teresa Fernandes/Soares, Maria Gercilia Mota (Hrsg.) (2000): *The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management*. Leiden: Backhuys Publishers.
- Junk, Wolfgang J./Silva, Carolina Joana da/Nunes da Cunha, Catia/Wantzen, Karl Matthias (Hrsg.) (2009): *The Pantanal: Ecology, Biodiversity and Sustainable Management of a Large Neotropical Seasonal Wetland*. Sofia: Pensoft Publishers (im Druck).
- Junk, Wolfgang J./Piedade, Maria Teresa Fernandes/Wittmann, Florian/Schöngart, Jochen/Parolin, Pia (Hrsg.) (2009): "Amazon Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management". In: *Ecological Studies* (im Druck).
- Kimmel, Thomas/Piechowski, Daniel/Gottsberger, Gerhard (2008): "The History of Fragmentation of the Lowland Atlantic Forest of Pernambuco, Brazil". In: *Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability*, 2, S. 1-4.
- Knoppers, Bastiaan/Ekau, Werner/Figueiredo, Alberto Garcia de (1999): "The Coast and Shelf of East and Northeast Brazil and Material Transport". In: *Geo-Marine Letters*, 19, S. 171-178.
- Koch, Volker/Wolff, Matthias/Diele, Karen (2005): "Comparative Population Dynamics of Four Fiddler Crabs (Ocypodidae, genus Uca) from a North Brazilian Mangrove Ecosystem". In: *Marine Ecology Progress Series*, 291, S. 177-188.
- Kohlhepp, Gerd (Hrsg.) (1995): *Mensch-Umwelt-Beziehungen in der Pantanal-Region von Mato Grosso/Brasilien*. (Tübinger Beiträge zur Geographischen Lateinamerikaforschung – TBGL, 12). Tübingen: Selbstverlag des Geographischen Instituts.
- Krumme, Uwe/Saint-Paul, Ulrich (2003): "Observations of Fish Migration in a Macrotidal Mangrove Channel in Northern Brazil using a 200-kHz Split-beam sonar". In: *Aquatic Living Resources*, 16, S. 175-184.
- Lieberei, Reinhard/Bianchi, Helmut/Boehm, Vera/Reisdorff, Christoph (Hrsg.) (2002): *Neotropical Ecosystems, Proceedings of the German-Brazilian Workshop, Hamburg 2000*. Geesthacht: GKSS.
- Metzger, Jean-Paul/Henle, Klaus/Knogge, Christoph/Pivello, Vania/Pardini, Renata/Casimir, Michael/Sommer, Simone/Storch, Ilse/Wissel, Christian/Zech, Wolfgang. (2003): "Goals and Preliminary Results of the Project 'Biodiversity Conservation in Fragmented Landscapes on the Atlantic Plateau of São Paulo (Brazil)'. In: PT-DLR Umweltforschung: *Sustainable Use and Conservation of Biological Diversity. A Challenge for Society. Symposium Report Part A*. Bonn: DLR, S. 332-333.
- Nunes da Cunha, Catia/Wantzen, Karl Matthias/Junk, Wolfgang J. (2004): "The Pantanal Ecology Project: Challenges and Progress of a Brazilian-German Scientific Collaboration". In: Tazik, David J./Ioris, Antonio A. R./Collinsworth, Stephen R. (Hrsg.): *The*

- Pantanal: Scientific and Institutional Challenges in Management of a Large and Complex Wetland Ecosystem*. Vicksburg: US Army Engineer Research and Development Center, S. 56-77.
- Schessler, Michael/Da Silva, Wilkiane Luiz/Gottsberger, Gerhard (2008): "Effects of Fragmentation on Forest Structure and Litter Dynamics in Atlantic Rainforest in Pernambuco, Brazil". In: *Flora*, 203, S. 215-228.
- Schöngart, Jochen (2008): "Growth-Oriented Logging (GOL): "A New Concept Towards Sustainable Forest Management in Central Amazonian Várzea Floodplains". In: *Forest Ecology and Management*, 256, S. 46-58.
- Schöngart, Jochen/Junk, Wolfgang J. (2007): "Forecasting the Flood-pulse in Central Amazonia by ENSO-indices". In: *Journal of Hydrology*, 335, S. 124-132.
- Szlafsztein, Claudio F./Sterr, Horst (2007): "A GIS-based Vulnerability Assessment of Coastal Natural Hazards, State of Pará, Brazil". In: *Journal of Coastal Conservation*, 11, 1, S. 53-66.
- Wantzen, Karl M./Sá, Maria de Fatima Pereira de/Siqueira, Alberto/Nunes da Cunha, Cátia (2006): "Stream-valley Systems of the Brazilian Cerrado: Impact Assessment and Conservation Scheme". In: *Aquatic Conservation*, 16, 7, S. 713-732.
- Wantzen, Karl M./Nunes da Cunha, Cátia/Junk, Wolfgang J./Girard, Pierre/Carmen Rossetto, Onélia/Penha, Jerry M./Couto, Eduardo G./Becker, Michael/Priante, Gabriela/Moraes, Walfrido M./Santos, Sandra A./Marta, José/Domingos, Ivens/Sonoda, Fatima/Curvo, Marise/Callil, Claudia (2008): "Towards a Sustainable Management Concept for Ecosystem Services of the Pantanal Wetland". In: *Ecohydrol. Hydrobiol.*, 8, 2-4, S. 77-100.
- Wittmann, Florian/Schöngart, Jochen/Brito, Joneide Mouzinho de/Wittmann, Astrid de Oliveira/Piedade, Maria Teresa Fernandes/Parolin, Pia/Junk, Wolfgang J./Guillaumet, Jean-Louis (2009): *Manual of Trees in Central Amazonian Várzea Forests* (im Druck).
- Zillikens, Anne/Sousa Gorayeb, Inocência de/Steiner, Josefina/Marcondes, Carlos B. (2005): "Aquatic Larvae and Pupae of *Fidena (Laphriomyia) rufopilosa* (Ricardo) (Diptera: Tabanidae) Developing in Bromeliad Phytotelmata in the Atlantic Forest of Southern Brazil". In: *Journal of the Kansas Entomological Society*, 78, S. 381-386.