

Deutsch-Brasilianisches Forschungsprojekt

SOLOBIOMA – Bodenbiota und Biogeochemie in Küstenregenwäldern Südbrasilens

Ein deutsch-brasilianisches Forschungsprojekt vor dem Hintergrund des Übereinkommens über die biologische Vielfalt

Hubert Höfer*, Manfred Verhaagh und Rainer Fabry

Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, D-76133 Karlsruhe

* Korrespondenzautor (hubert.hoefer@smnk.de)

DOI: <http://dx.doi.org/10.1065/uwsf2007.01.172>

Einleitung

Die Wissenschaftler des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe (SMNK – www.smnk.de und www.solobioma.ufpr.br) beschäftigen sich seit vielen Jahren mit der Diversität, Biologie und Ökologie von wirbellosen Tieren wie Ameisen und Spinnen und besonders mit der Funktion und Leistung der Bodenorganismen in tropischen Wäldern und Agrarsystemen. Das Verbundprojekt SOLOBIOMA soll hier als Beispiel für bilaterale Biodiversitätsforschung auf dem Hintergrund des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity CBD) und deren Umsetzung durch das deutsche BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) vorgestellt werden.

Das Akronym SOLOBIOMA leitet sich aus dem portugiesischen Projektitel 'Biota de SOLO e BIOgeoquímica na Mata Atlântica do Paraná' (Bodenbiota und Biogeochemie in Küstenregenwäldern Südbrasilens) ab¹.

¹ Die Mata Atlântica, ein mehr als 3000 km langer schmaler Streifen entlang der brasilianischen Küste, der ursprünglich von Regenwäldern bedeckt war, ist eine der artenreichsten Regionen der Erde mit einem hohen Anteil nur hier lebender (endemischer) Pflanzen- und Tierarten, die zugleich in ihrer ökosystemaren Dimension stark gefährdet ist. Die Region ist Lebensraum für über 100 Millionen Menschen, und 93% des Küstenregenwalds sind inzwischen zerstört. Von den verbleibenden 7% sind die meisten Flächen vom Menschen in irgendeiner Weise beeinflusst (Sekundärwälder). Aus diesen Gründen wird die Mata Atlântica als einer von 25 Biodiversitäts-Hotspots der Erde bezeichnet (Myers et al. 2000) und ist inzwischen in ihrer gesamten Ausdehnung von der UNESCO als Biosphärenreservat anerkannt.

Die Wälder an der Küste des brasilianischen Bundesstaates Paraná, in dem die Untersuchungen des SOLOBIOMA-Projekts durchgeführt werden, liegen im Übergangsbereich der Tropen zu den Subtropen und sind Teil der größten zusammenhängend erhaltenen Waldgebiete der Mata Atlântica. Das Spektrum reicht von Wäldern am Strand, wo sie auf sandigen Podsolon (oberflächlich ausgewaschene Böden mit einem Anreicherungs-horizont) wachsen, über Wälder der Küstenebene auf Grundwasser-beeinflussten Gleysolen bis zu Hangwäldern im Küstengebirge, wo sie auf Kambisolon (wenig entwickelte Braunerden) stocken. Die Böden bestimmen über ihren Nährstoffgehalt und ihre physikalisch-chemische Struktur die Lebensbedingungen für die Bodenorganismen, die Wachstumsbedingungen für die Pflanzen, die Vegetationsstruktur und -dynamik und letztlich sowohl die Landnutzung als auch die Regenerationsfähigkeit der Wälder.

Das Verbundprojekt wird von der tropenökologischen Arbeitsgruppe des Naturkundemuseums koordiniert. Deutsche Partner sind Tierökologen der Universität Marburg (www.uni-marburg.de/fb17/fachgebiete/oekologie/tieroekologie), Umweltbiologen der Technischen Hochschule Aachen (<http://www.bio5.rwth-aachen.de>) und Umweltanalytiker der ECT Ökotoxikologie GmbH Flörsheim (www.ect.de). Brasilianische Partner sind die Bodenkundler der Staatlichen Universität von Paraná (UFPR – www.solobioma.ufpr.br) in Curitiba. Beteiligt ist außerdem ein brasilianischer 'stakeholder', die Nicht-Regierungsorganisation SPVS (www.spvs.org.br)². Wichtige Charakteristika des Projekts sind also die gleichrangige partnerschaftliche, interdisziplinäre Zusammenarbeit und der ökosystemare Ansatz, wie er in einer Richtlinie der Vertragsstaaten für die Umsetzung der Biodiversitätskonvention gefordert wird. Der fördernden Institution BMBF und dem Projektträger am DLR ist außerdem die umfassende Information der Öffentlichkeit und die Einbeziehung von Nutzern der späteren Ergebnisse ein wesentliches Anliegen im Projekt.

Was ist Biodiversität?

Der Begriff 'Biodiversity' (Biodiversität) wurde 1986 in den USA aus 'Biological Diversity' (biologische Vielfalt) gebildet. Das dahinter stehende Konzept verbindet wertfreie Wissenschaft mit gesellschaftlichen Wertvorstellungen (aus Korn 2001). Wohl deshalb hat dieser Begriff in den letzten Jahren eine so starke Verwendung gefunden. Er steht für die Not-

² Diese 1984 in Curitiba gegründete Naturschutzorganisation versucht als Teil eines brasilianischen Mata Atlântica-Netzwerks und in Kooperation mit internationalen Organisationen wie 'The Nature Conservancy' letzte Waldgebiete an der Küste Paraná's zu schützen und durch Aufforstung wieder zu erweitern. Einige ihrer Reservate dienen dem Projekt als Untersuchungsgebiete. Die SPVS unterstützt das Projekt durch die Bereitstellung ihrer Infrastruktur und der vorhandenen geologischen, botanischen und historischen Daten zu den Gebieten. Die SPVS kann die Erkenntnisse aus den Untersuchungen direkt in ihre Managementpläne integrieren (Borges & Höfer 2004). SPVS und SMNK betreiben beide inzwischen auch gemeinsame Aktivitäten im Bereich Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit (s.a. <http://www.spvs.org.br/deutsch>).

wendigkeit, angesichts der wachsenden Umweltprobleme und des Globalen Wandels naturwissenschaftliche Forschung in einem umfassenden ökosystemaren Ansatz mit sozial- und kulturwissenschaftlichen Untersuchungen zu verknüpfen und unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen mit ihren spezifischen Wertvorstellungen und Zielen zu einer konstruktiven Zusammenarbeit zu bewegen.

Biologische Vielfalt bezeichnet die Variabilität auf allen Organisationsebenen des Lebenden. Sie umfasst die genetische Vielfalt innerhalb von Arten, die Artenvielfalt und die Vielfalt an Ökosystemen.

Die Bedeutung der Biodiversität

Der Erhalt des nicht-menschlichen Lebens auf der Erde ist zunächst eine ethisch moralische Herausforderung für die Menschheit. Biologische Vielfalt ist aber zweifellos auch Voraussetzung für das Überleben derselben. Es mögen aktuell nur relativ wenige Arten sein, die dem Menschen direkt Nahrung, Baumaterial und medizinische Produkte liefern, diese sind aber durch vielfältige Wechselwirkungen mit vielen anderen Arten verknüpft bzw. von ihnen abhängig. Viele Arten stellen außerdem ein Potential für die zukünftige Nutzung durch den Menschen dar. Besonders wichtig ist der Erhalt des Funktionierens der biologischen Systeme, die lebensnotwendige ökologische Serviceleistungen (ecological services) für den Menschen erbringen. Beispiele für diese Leistungen sind Nährstoffkreisläufe, Kohlenstoffspeicherung, Wasserreinigung, Puffern bzw. Mildern von Klimaten und Naturkatastrophen oder die Bestäubung von Pflanzen.

Erhalt und nachhaltige (d.h. nicht-zerstörerische) Nutzung der biologischen Ressourcen sind unverzichtbare Grundlage für die Ernährung der Menschheit, die Armutsbekämpfung in Entwicklungsländern und ökonomische Stabilität weltweit. Der wirtschaftliche Wert der von nicht-menschlichen Lebewesen bzw. Ökosystemen auf der Erde gelieferten Produkte und Serviceleistungen wird auf 26 Trillionen Euro pro Jahr geschätzt, mehr als die Hälfte des Werts, der vom Menschen selbst produziert wird (European Commission 2005).

Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt

Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity – CBD) wurde 1992 auf der UN-Weltkonferenz in Rio de Janeiro verabschiedet. Das Übereinkommen ist ein völkerrechtlich bindender Vertrag, in dem sich die mittlerweile 188 Vertragsstaaten und die EU verpflichten, das Prinzip der Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt in alle sektorübergreifenden Pläne, Programme und Politiken einzubeziehen.

Die drei gleichgewichtigen Oberziele sind: Erhaltung der biologischen Vielfalt, nachhaltige Nutzung ihrer Bestandteile (Ressourcen) und gerechte Aufteilung der sich aus der Nutzung ergebenden Gewinne und Vorteile.

Um diese Ziele zu erreichen, wurde beschlossen, relevante Institutionen über Entwicklungen, Ergebnisse und Beschlüsse

aus der Arbeit der Vertragsstaaten umfassend zu informieren, Anleitungen für die Umsetzung der Beschlusstexte zu liefern und durch effektive Öffentlichkeitsarbeit die Akzeptanz für Aktivitäten im Rahmen der CBD zu erhöhen. In der CBD gibt es thematische Arbeitsprogramme, denen Querschnittsthemen (cross cutting issues) untergeordnet sind (www.biodiv.org/programmes).

Der bei der Weltbank angesiedelte Finanzierungsmechanismus 'Global Environment Facility (GEF)' unterstützt die Vertragsstaaten bei der Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen. Deutschland ist der drittgrößte Geber der GEF.

Über die Fülle der Aktivitäten, Ergebnisse und Beschlüsse sowie Eingaben der nationalen und internationalen Arbeitsgruppen und Ausschüsse zur Umsetzung der CBD wird seit 1992 regelmäßig auf den so genannten Vertragsstaatenkonferenzen (Conference of the Parties – COP) berichtet und diskutiert. Die Konferenz führt die Entscheidungsträger der Mitgliedsstaaten zusammen und stellt das politische Entscheidungsgremium der CBD dar. Sie steht aber auch der organisierten Zivilgesellschaft sowie allen interessierten Personen, z.B. Wissenschaftlern, offen.

In Deutschland hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die Rolle des nationalen 'focal point', ist also verantwortlich für die Umsetzung und zentraler Ansprechpartner für alle Belange der Konvention. Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) berät als Bundesbehörde das BMU fachlich. Es repräsentiert die Bundesrepublik in den politischen Verhandlungen während der COPs und auch zwischen den Konferenzen in den Arbeitsgruppen und Ausschüssen. Im BfN ist auch der so genannte 'clearing house mechanism CHM' angesiedelt, die Drehscheibe für die Verbreitung von Information und Wissen zur Umsetzung der Konvention (www.biodiv-chm.de).

Die Rolle der Forschung

Bezogen auf das Arbeitsgebiet des SOLOBIOMA Projekts ist festzuhalten, dass unbeachtet der dringenden Notwendigkeit, anwendungsbezogene Forschung zum Schutz der Biodiversität zu betreiben, aufgrund der schlechten Datelage in vielen artenreichen Organismengruppen gleichzeitig noch immer wichtige ökosystemare Grundlagenforschung zu leisten ist. Für den südbrasilianischen Bundesstaat Paraná gibt es kaum publizierte Erhebungen der Diversität wirbelloser Tiere wie z.B. der Ameisen, Käfer oder Regenwürmer, die aber den größten Anteil an der Artenvielfalt stellen und/oder wichtige 'ecosystem services' erbringen. Es gibt auch keine fundierten Kenntnisse für die Wälder der Mata Atlântica darüber, wie viel des ursprünglichen Artenreichtums durch den menschlichen Einfluss bereits verloren gegangen ist, welcher Anteil am originären Artenspektrum noch vorhanden ist und für Neubesiedlung renaturierter Gebiete zur Verfügung steht und wo die kritischen Schwellenwerte für den Erhalt einzelner ökosystemarer Funktionen oder eines Waldes insgesamt liegen.

Die Artenvielfalt von Bodenorganismen ist aus wissenschaftlicher Sicht besonders interessant. Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) bezeichnet in ihrem Bericht von 2004 die Biodiversität im Boden als Schlüssel für Naturschutz und nachhaltige Landnutzung. Der Boden wird heute als dynamisches, lebendiges System gesehen, das Kleinstlebewesen wie Bakterien und Pilze ebenso wie Würmer, Tausendfüßer, Spinnentiere, Insekten und Kleinsäuger umfasst. Er entsteht aus dem Zusammenwirken von Klima, Pflanzendecke und Bodenorganismen über einen langen Zeitraum. Jede Veränderung dieser Komponenten führt zu Veränderungen der Bodenfunktionen. Boden ist als nicht-erneuerbare Ressource zu betrachten (aus Francaviglia 2004). Auch von der Europäischen Union (EP 2003) wird der Boden seit kurzem in die Umweltgesetzgebung als lebendes System einbezogen. Als dringend notwendig erachtet werden längerfristige Monitoring-Untersuchungen und die Entwicklung ökologischer Indikatoren, basierend auf der organismischen Vielfalt im Boden. Diese hängt sehr eng mit den biogeochemischen Bedingungen, z.B. dem Gehalt des Bodens an organischem Material (organic matter, Humus) zusammen. Böden mit ausreichendem Gehalt an organischem Kohlenstoff stellen für Bodentiere geeignete Habitate dar, zeigen einen ausgeprägten Wasserhaushalt und sind gegen Erosion geschützt.

Das Projekt SOLOBIOMA

Der wissenschaftliche Ansatz des Projekts leitet sich aus den zwei Hauptempfehlungen der OECD ab: 1. einen räumlich wie zeitlich umfassenden ökosystemaren Ansatz für die Erfassung der Auswirkungen von Bodenbedeckung, Landnutzung und -management auf die 'Bodengesundheit', d.h. das Funktionieren des Systems mit allen seinen ökosystemaren Leistungen (ecosystem services) zu entwickeln, und 2. Datensätze für die Entwicklung von Biodiversitäts-Indikatoren zu erheben und auszuwerten. Gerade in einem hochdiversen aber auch stark bedrohten Ökosystem, wie es der brasilianische Küstenregenwald darstellt, ist eine bessere wissenschaftliche Kenntnis des ökologischen und ökonomischen Nutzens der Biodiversität im Boden von Nöten (Höfer 2004).

Aufgabenstellung des Projekts in der ersten Phase von 2002 bis 2005 war es, zu beschreiben, wie sich die Artenvielfalt von Bodenorganismen während der Regeneration von Viehweiden zu jungen und älteren Sekundärwäldern entwickelt und wie die Bodenfunktionen davon beeinflusst werden. Die Bodenorganismen wurden zunächst mit einer Vielfalt von Methoden gesammelt, entsprechend ihrer Funktion als Streuzersetzer, Pflanzenfresser oder Räuber klassifiziert, und die Diversität von Schlüsselgruppen auf der Artebene analysiert. Wachstumsraten der Bäume, Samenproduktion und Laubfall, Laubmengen am Boden und Streuabbauraten werden gemessen und mit der Siedlungsdichte und Biomasse der Bodenorganismen korreliert. Mit den Daten aus zwei verschiedenen Waldformationen, fünf verschiedenen Regenerationsstadien und damit insgesamt 30 Untersuchungsflächen werden die Auswirkungen der anthropogenen Störungen auf

die Diversität der Bodenorganismen und die Bodenfunktionen und der bodenbiologische Zustand der Sekundärwälder beurteilt.

Die wichtigsten Leistungen bzw. Ergebnisse der ersten Phase waren die erfolgreiche Installation des Verbunds, die Vernetzung mit brasilianischen Stakeholdern und die positive Beurteilung der Durchführbarkeit des Klassifikationsansatzes mit Hilfe der verwendeten Bodentiergruppen. Dabei wurden verschiedene Bodenorganismengruppen als durchaus unterschiedlich geeignet beurteilt: die Ameisen, Käfer und Enchyträen (kleine Ringelwürmer, s. Römcke et al. 2005) erscheinen als artenreiche Gruppen gut geeignet. Allein an Ameisenarten wurden bislang ca. 180 Arten in oder auf dem Boden der Untersuchungsflächen gefunden. Die alten Wälder beherbergen klar die meisten Arten, in den nachwachsenden Wäldern kommen je nach Alter nur unterschiedlich große Teile der Gesamtdiversität vor. Aber nicht nur die reine Artenvielfalt ist in den alten Wäldern größer, sondern damit einhergehend auch die Vielfalt in Form und Biologie der Tiere (www.ants-cachoeira.net). Dagegen sind Regenwürmer zwar von unzweifelhaftem bodenbiologischen Wert, aber in der Region wurden bisher nur wenige und ausschließlich eingeschleppte Arten gefunden. Sie sind damit als Indikatoren für Artenvielfalt kaum geeignet.

Ziel der zweiten, soeben gestarteten Phase ist die weitergehende Beurteilung der ökosystemaren Qualität der Sekundärwälder und ihres Potentials zum Schutz der Biodiversität. Dazu werden zur Vervollständigung der Daten aus der ersten Phase weitere Flächen sowie weitere Organismengruppen in die Untersuchung einbezogen, um eine ausreichende, gemeinsam auswertbare, Datenbasis zu erhalten. Die Diversität wird für die Bodentiere auf Gattungs- und Artebene erhoben, für Mikroorganismen auf der Ebene funktioneller Gruppen und für Pilze auf genetischer Ebene. Gleichzeitig wird ein biogeochemisches Monitoring in ausgewählten Flächen weitergeführt und der Einfluss der Diversität auf Stoffkreisläufe experimentell untersucht. Abgerundet werden die bodenökologischen Untersuchungen der Arbeitsgruppe in Paraná durch das Einbeziehen von Agroforstflächen, d.h. Anpflanzungen von Nutzpflanzen in Mischkulturen inklusive Bäumen. So werden Bananenplantagen mit Kohlpalmen zur Palmherzproduktion und Schattenbäumen auf ihre ökologische Nachhaltigkeit analysiert.

Für den Hauptdatensatz zur Diversität werden angepasste multivariate Auswertungsverfahren zur Beurteilung der Artenvielfalt mehrerer Organismengruppen entwickelt und getestet. Der Vergleich der Diversität im Bodenbereich der unterschiedlich alten Sekundärwälder mit derjenigen in alten, wenig vom Menschen beeinflussten Waldgebieten wird die Grundlage für ein Klassifikationssystem zur Beurteilung der ökosystemaren Qualität von Wäldern liefern. Das Einbeziehen von Agroforstflächen ermöglicht auch die Beurteilung der Bedeutung dieser vom Menschen genutzten Flächen für den Erhalt der regionalen Diversität (zu ökologischen Klassifikationsansätzen siehe: Lennartz & Roß-Nickoll 1999, Ruf et al. 2003, Beck et al. 2005, Römcke & Breure 2005).

Die Erkenntnisse werden in den Managementplan des brasilianischen NGO-Partners SPVS integriert. Die angestrebte weitere Vernetzung mit brasilianischen Institutionen sowie eine vermehrte Öffentlichkeitsarbeit (z.B. mit Videos: Fabry 2005, Projektpräsentation auf internationaler Bühne, s.u.), unter Einbeziehung der regionalen und nationalen Druckmedien sowie Radio- und Fernsehsendern in Brasilien und Deutschland, werden die Akzeptanz der Ergebnisse bei regionalen Interessengruppen erhöhen und damit die Chance ihrer Anwendung.

Das Staatliche Museum für Naturkunde Karlsruhe auf der 8. Vertragsstaatenkonferenz der Vereinten Nationen zur Biodiversität

Im März 2006 fand in Curitiba, der Stadt in Brasilien, von der aus das SOLOBIOMA-Projekt agiert, die achte Vertragsstaatenkonferenz des Übereinkommens über die biologische Vielfalt COP8 BioDiv statt.

Als Teil der Verpflichtung, die das Projekt im Sinne der CBD vom Projektgeber BMBF übertragen bekommen hat, sah sich die Arbeitsgruppe des SMNK aufgefordert, gemeinsam mit den brasilianischen Partnern die eigenen Forschungsaktivitäten der Öffentlichkeit als ein Beispiel für bilaterale Biodiversitätsforschung auf der COP8 zu präsentieren. Aus dieser Idee entwickelte sich in Gesprächen mit dem Projektträger eine viel weiter gehende Präsentation des BMBF, zu dessen Forschungsrahmenprogramm 'BIOLOG – Biodiversität und Globaler Wandel' mit internationalen Projekten aus den Einzelprogrammen BIOTA (Afrika), ProBenefit (Equador), Megacities und Mata Atlântica gehören (beide Brasilien). Von Seiten des Projekts wurde der Informationsstand des BMBF auf der COP-begleitenden Messe vorbereitet und organisiert. SOLOBIOMA selbst präsentierte sich auf zwei Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen und organisierte zwei Exkursionen ins Untersuchungsgebiet des Projekts. So konnten u.a. der Deutsche Botschafter in Brasilien, Prot von Kunow, der Staatssekretär des BMU, Matthias Machnig, der Leiter des Referats Globaler Wandel im BMBF, MinR Achim Zickler, und die Vertreter des BMU und BfN sowie der brasilianischen Umweltbehörde IBAMA über die Forschungsaktivitäten informiert werden.

Diese erstmals auf solch internationaler Bühne durchgeführte Aktivität des Projekts kann als sehr erfolgreich bewertet werden. Sie hat beachtliche Aufmerksamkeit vieler brasilianischer und deutscher Interessensvertreter aus Politik und Naturschutz am Projekt erzeugt und legt damit die Grundlage für die vom Projektträger formulierte Aufgabe, Forschung als Politikberatung wahrzunehmen (Bergweiler 2002).

Literatur

Beck L, Römbke J, Breure AM, Mulder C (2005): Considerations for the use of soil ecological classification and assessment concepts in soil protection. *Ecotoxicol Environ Safety* 62 (2) 189–200

Bergweiler P (2002): Forschung als Politikberatung – Aktuelle Anforderungen an die Wissenschaft in Bezug auf das Übereinkommen über die biologische Vielfalt. In: Korn H, Feit U (Bearb), *Treffpunkt Biologische Vielfalt II. Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt*. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Bad Godesberg, S 9–12

Borges CRS, Höfer H (2004): Land use, forest regeneration, and conservation in the Atlantic Rainforests of Paraná, Brazil – Why study the soil fauna? In: Beck E et al. (Hrsg), *Proceedings of the International Symposium on 'Sustainable use and conservation of biological diversity – A challenge for society'*. Berlin, BMBF, Bonn, S 71–73

EP (European Parliament) (2003): Resolution on the Commission Communication 'Towards a thematic strategy for soil protection' COM(2002) 179-C5-0328/2002-2002/2172(COS)

European Commission (2005): Environment fact sheet: Nature and biodiversity. <<http://ec.europa.eu/environment/nature/home.htm>>

Fabry R (2005): Mata Atlântica – Ein beschlossenes Schicksal? DVD-Video, 29 min, deutsch, 2005, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe

Fabry R (2005): Mata Atlântica – Um destino traçado. DVD-Video, 29 min, portugiesisch, 2005, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe

Höfer H (2004): The Biological Soil Classification Scheme – A management tool for the assessment of the conservation value of secondary forests in the Brazilian Atlantic rain forest. In: Beck E et al. (Hrsg), *Proceedings of the International Symposium on 'Sustainable use and conservation of biological diversity – A challenge for society'*. Berlin, BMBF, Bonn, S 78–79

Korn H (2001): Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt. In: Korn H, Feit U (Bearb), *Treffpunkt Biologische Vielfalt. Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt*. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Bad Godesberg, S 13–18

Lennartz F, Roß-Nickoll M (1999): Der biozönotisch-soziologische Klassifikationsansatz zur Erfassung und Abgrenzung von Ökosystemtypen: Ein Weg zum Monitoring belasteter Ökosysteme? In: Oehlmann J, Markert B (Hrsg), *Ökotoxikologie – Ökosystemare Ansätze und Methoden*. ecomed Verlag, Landsberg, S 204–212

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J (2000): Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853–858

Römbke J, Breure AM (eds) (2005): Special Issue: Ecological soil quality – Classification and assessment. *Ecotoxicol Environ Safety* 62, 185–308

Römbke J, Collado R, Schmelz RM (2005): Oligochaetes (Clitellata) of the Mata Atlântica (Parana, Brazil): First results of the SOLOBIOMA project. *Proc Estonian Aca Sci Biol Ecol* 54, 302–309

Ruf A, Beck L, Dreher P, Hund-Rinke K, Römbke J, Spelda J (2003): A biological classification concept for the assessment of soil quality: Biological soil classification scheme (BBSK). *Agriculture Ecosystems and Environment* 98, 263–271