

UFZ-Experten

HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR UMWELTFORSCHUNG – UFZ

DEZEMBER 2010



IN SACHEN BIODIVERSITÄT

Die Vereinten Nationen haben das Jahr 2010 zum Internationalen Jahr der Biodiversität erklärt. Dadurch soll die Menschheit die Vielfalt des Lebens auf der Erde besser kennenlernen und aufgerufen werden, sie zu schützen. Warum die biologische Vielfalt so wertvoll ist und wie sie unser Leben und unseren Alltag beeinflusst, erläutern UFZ-Experten aus der Sicht ganz unterschiedlicher Disziplinen.



HELMHOLTZ
ZENTRUM FÜR
UMWELTFORSCHUNG
UFZ

THEMEN DIESER AUSGABE

S. 3 Einleitung

Biodiversität und ...

S. 5 ... Verkehr

S. 8 ... Recht

S. 11 ... Politik

S. 14 ... Ethik

S. 17 ... Ökonomie

S. 20 ... Klimawandel

S. 22 ... Landwirtschaft

S. 26 ... Wasser

S. 29 ... Energie

S. 32 ... Gesundheit

S. 35 ... Boden

S. 38 ... Wald

S. 41 Das Netzwerk-Forum Biodiversität am UFZ

S. 43 Wichtige Bücher, Projekte und Publikationen

S. 48 Das UFZ – Ein kurzer Überblick

■ Impressum

Herausgeber: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit · Permoserstraße 15 · 04318 Leipzig
Tel.: 0341 / 235-1269 · Fax: 0341 / 235-1468
e-mail: info@ufz.de · Internet: www.ufz.de

Wissenschaftlicher Geschäftsführer: Prof. Dr. Georg Teutsch

Administrativer Geschäftsführer: Dr. Andreas Schmidt

Redaktion: Doris Böhme (verantwortl.), Bettina Hennebach, Andreas Staak

Hörbeiträge (Podcasts): Erich Wittenberg (www.wittenbergmedia.de)

Bildredaktion: Andreas Staak, Doris Böhme

Fotos: André Künzelmann u.a.

Satz und Layout: noonox media GmbH, Leipzig

Druck: DS Druck – Strom GmbH, Leipzig

Dezember 2010

EINLEITUNG

Biodiversität und Mensch – ein sehr enges Verhältnis

Der Mensch ist Teil der biologischen Vielfalt und hat gleichzeitig die Fähigkeit, diese Vielfalt zu erhalten oder zu zerstören. Biologische Vielfalt sorgt für funktionierende Ökosysteme und sichert dem Menschen Gesundheit und Wohlergehen, Ernährung und Energie und viele andere Dienstleistungen für unser Leben und Überleben.

Durch falsche Nutzung wird diese Vielfalt in zunehmendem Maße gefährdet. Viele Verluste sind irreversibel und gefährden unsere Lebensgrundlagen und damit uns selbst. Gleichzeitig jedoch sind wir in der Lage, diesen Prozess zu stoppen oder in Teilen umzukehren, etwa durch die Wiederherstellung zerstörter Ökosysteme. Das Jahr der Biodiversität 2010 gibt uns die Möglichkeit, Bilanz zu ziehen: Was wurde erreicht, um die biologische Vielfalt besser zu schützen und nachhaltiger zu nutzen? Wie können wir in Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik den Herausforderungen zum Schutz der Biodiversität besser gerecht werden?

„Ein wichtiges Etappenziel haben wir dann erreicht, wenn Ende 2010 politische Entscheidungsträger weltweit begriffen haben, welche immense Bedeutung der Schutz der biologischen Vielfalt und die Erhaltung ihrer Dienstleistungen für das menschliche Wohlergehen, die globale wirtschaftliche Entwicklung und die Armutsbekämpfung haben und wenn diese Erkenntnis konsequent in politisches Handeln umgesetzt wird“, lautete die deutliche Botschaft des Bundesumweltministers Norbert Röttgen anlässlich der Eröffnung des Internationalen Jahres der Biodiversität. Die Bilanz zeigt, dass die Wertschätzung der biologischen Vielfalt zwar auf vielen Ebenen deutlich zugenommen hat, das aber die Umsetzung in entsprechendes Handeln, wie etwa bei der Landnutzung, weiterhin nur schleppend voran geht. So wurde auch das europäische Ziel, den Verlust der Biodiversität bis 2010 zu stoppen, deutlich verfehlt.

Biodiversitätsforschung am UFZ

Das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) leistet seit Jahren essentielle Beiträge zur Erforschung der biologischen Vielfalt, um sie besser zu verstehen, zu erhalten und nachhaltiger nutzen zu können. Mehr als 100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler natur- und sozialwissenschaftlicher Disziplinen arbeiten in zahlreichen nationalen und internationalen Projekten an einer großen Bandbreite von Fragestellungen in der Biodiversitätsforschung. Sie wollen Wissenslücken schließen und grundlegende Zusammenhänge aufklären – beispielsweise zwischen Artenvielfalt und Stabilität von Ökosystemen, zwischen Biodiversität und Serviceleistungen eines Ökosystems für den Menschen, aber auch zwischen verschiedenen Landnutzungsformen und dem Überleben von Arten oder zwischen Klimaveränderungen und Ausbreitungsmustern von Arten.



PD Dr. Josef Settele

Department Biozönoseforschung, UFZ Halle

Der promovierte Agrarwissenschaftler und habilitierte Ökologe koordinierte im Team mit anderen Wissenschaftlern das größte EU-Projekt zur terrestrischen Biodiversitätsforschung, ALARM, und ist Leiter der Arbeitsgruppe Tierökologie im Department Biozönoseforschung am UFZ. Josef Settele ist außerdem erstmals als koordinierender Leitautor für den fünften Bericht des IPCC zum Stand der weltweiten Klimaforschung berufen worden.

e-mail: josef.settele@ufz.de



Dr. Carsten Nesshöver

Department Naturschutzforschung, UFZ Leipzig

Der promovierte Geoökologe arbeitet seit sechs Jahren am UFZ und koordiniert dort die Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik zur Biodiversität. Im Rahmen dieser Aufgabe ist er an der Koordination der internationalen Studie zur Ökonomie der Ökosysteme und der Biodiversität (TEEB) beteiligt und leitet das Projekt Netzwerkforum zur Biodiversitätsforschung Deutschland (NeFo).

e-mail: carsten.nesshoever@ufz.de



Dr. Stefan Klotz

Leiter des Departments Biozönoseforschung, UFZ Halle

Der Sprecher des Fachbereichs Terrestrische Ökologie des UFZ koordiniert nationale und internationale Projekte u.a. in Vietnam, ist Mitglied mehrerer wissenschaftlicher Beiräte von naturschutzrelevanten Zeitschriften und Buchreihen, leitet das Deutsche Netzwerk für Ökologische Langzeitforschung (LTER-D) und trägt Verantwortung als Präsident der Europäischen Ökologischen Föderation (EEF), des Zusammenschlusses ökologischer Fachgesellschaften in Europa.

e-mail: stefan.klotz@ufz.de

Die zahlreichen europäischen und internationalen Projekte, die das UFZ in diesem Themenfeld koordiniert, zeigt die breite Anerkennung, die das UFZ in der Biodiversitätsforschung erworben hat.

So hat das UFZ unter anderem die wissenschaftliche Koordination der vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) geleiteten internationalen Studie zur ökonomischen Bedeutung der Ökosysteme und der Biodiversität (TEEB - www.teebweb.org) übernommen. TEEB zeigt besonders deutlich, wie wichtig auch sozialwissenschaftliche Aspekte der Forschung zur Sicherung unserer Lebensgrundlagen sind. Um die Ergebnisse direkt für die Praxis der Biodiversitätserhaltung und ihre nachhaltige Nutzung in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft verfügbar zu machen, wurden diese zielgruppenorientiert in verschiedenen TEEB-Berichten veröffentlicht. Dieser Herausforderung muss sich die Umweltforschung mit wachsendem Problemdruck mehr und mehr stellen.

Auch das vom UFZ koordinierte NETZWERK-FORUM zur Biodiversitätsforschung in Deutschland (www.biodiversity.de) widmet sich dieser Aufgabe: Es soll die Forschung deutschlandweit besser vernetzen, denn nur dann kann Forschung dazu beitragen, das Handeln zum Schutz der Biodiversität zu verbessern und effektiver zu gestalten.

Die politischen Herausforderungen

Dass eine bessere Wissensgrundlage für politische Entscheidungen nötig ist, zeigte sich im Oktober 2010 auf der 10. Vertragsstaatenkonferenz des Übereinkommens zur Biologischen Vielfalt (COP 10) in Nagoya, Japan. Das UFZ nahm daran mit drei Vertretern teil. Unter anderem ging es darum – nachdem das 2010-Ziel, den Verlust der Biodiversität weltweit signifikant zu reduzieren, verfehlt wurde – einen neuen Zielekanon für das Jahr 2020 zu definieren. Das ist, für viele überraschend, mit teilweise sehr ambitionierten Zielen gelungen. Nun gilt es, die Wege zur Erreichung dieser Ziele aufzuzeigen und umzusetzen – etwa beim Aufbau eines weltweiten Meeresschutzgebietsnetzes: Bis 2020 sollen statt bisher sechs Prozent zehn Prozent der Meeresfläche geschützt werden. Oder auch beim Abbau umweltschädlicher Subventionen: Diese sollen bis 2020 abgeschafft sein. Da es hierfür vielfach auch neuer Wege bedarf, muss sich die Wissenschaft aktiv in diese Diskussion einbringen.

Aber auch neue Entwicklungen fordern die Forschung zusätzlich, denn die sozialen und ökonomischen Treiber des Biodiversitätsverlustes und die Bedeutung der biologischen Vielfalt als unsere Lebensgrundlage rücken mehr und mehr in den Focus der CBD-Beschlüsse. Damit wird eine integrative Forschung über disziplinäre Grenzen hinweg immer wichtiger. Das breite Interesse von Regierungsvertretern, Nichtregierungsorganisationen und internationalen Institutionen am in Nagoya vorgelegten Endbericht der TEEB-Studie zeigt dieses Interesse nachhaltig. Eine wichtige Rolle wird hierbei die geplante zwischenstaatliche Plattform zu Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen (IPBES) spielen, die mit einem ähnlichen Ansatz wie der Weltklimarat IPCC die Wissensbasis für internationale Konventionen zur Biodiversität verbessern soll. Der Einrichtung einer solchen Institution sollte nach dem Konsens von Nagoya nichts mehr im Wege stehen. Eine solche Plattform wird auch helfen, die bestehenden Wissensdefizite deutlich zu machen und die entsprechende Grundlagenforschung zu forcieren.

Im Verlaufe des Internationalen Jahres der Biodiversität 2010 haben UFZ-Experten unterschiedlicher Fachdisziplinen monatlich Schwerpunktthemen aus dem Bereich Biodiversität und Gesellschaft in Text- und Hörbeiträgen auf den UFZ-Webseiten näher vorgestellt. Was hat die biologische Vielfalt mit Verkehr, Recht, Gesundheit oder Ethik zu tun? Welche Rolle spielen Politik und Ökonomie? Beeinflusst der Klimawandel die Biodiversität – oder ist es umgekehrt? Brauchen Land- und Wasserwirtschaft Biodiversität?

In dieser Broschüre haben UFZ-Experten die aktuellen Informationen und Neuigkeiten aus Forschung und Gesellschaft in Sachen Biodiversität für Sie zusammengefasst.

„Via est vita“ – der Weg ist Leben – werben die Straßenbauer und lassen damit vergessen, dass Verkehr für den Menschen eine ambivalente Bedeutung hat. Einerseits ermöglicht er uns hohe Mobilität, andererseits ist er mit Risiken verbunden und schafft neue Probleme. Die breite Mehrheit versteht die bauliche Erschließung der Landschaft als ein Zeichen der wirtschaftlichen Entwicklung, des Wohlstands, Wachstums und technischen Fortschritts einer modernen Gesellschaft. Erst in den letzten Jahren mehrten sich kritische Stimmen über die Schattenseiten: Flächenverbrauch, Zersiedelung, Zerschneidung, Verschmutzung der Landschaft (Abfälle, Chemikalien, Abgase, Licht, Lärm), Verinselung und Fragmentierung von Lebensräumen, Störungen des Verhaltens von Tieren mit Auswirkungen auf der Populationsebene bis hin zu durch den Güter- und Personenverkehr absichtlich oder unabsichtlich eingeschleppten Tier- und Pflanzenarten.

Biologische Invasionen – Ungebetene Gäste

Zunehmende Mobilität und Verkehr haben es dem Menschen erlaubt, immer mehr Teile der Welt eng miteinander zu vernetzen, insbesondere im Zeitalter von Automobilen und Flugzeugen. Verkehr schaffte den Zugang zu fremden Regionen, jede mit einer ihr eigenen biologischen Vielfalt. Immer wieder haben Entdecker in der Geschichte der Menschheit exotische Pflanzen und Tiere aus fernen Ländern mitgebracht, damit sie in Naturkundemuseen, wissenschaftlichen Sammlungen und Wunderkammern, Menagerien, botanischen und zoologischen Gärten und Parks bestaunt werden können. Was sie nicht wussten: Ihre „Mitbringsel“ machten sich in der neuen Heimat bisweilen selbstständig, breiteten sich teilweise invasionsartig aus und be- oder verdrängten einheimische Arten. Andere Arten – darunter Pflanzenschädlinge – reisten unbemerkt mit Handelswaren durch die Welt und eroberten neue Gebiete oder wurden ursprüng-



Der Waschbär (*Procyon lotor*) ist ursprünglich in Nordamerika heimisch. Ausgesetzt oder aus Gehegen entkommen, breitet er sich seit Mitte des 20. Jahrhunderts als Neozoon auch in Europa, Japan und dem Kaukasus aus. Das nachtaktive Raubtier lebt bevorzugt in gewässerreichen Laub- und Mischwäldern. Dank seiner Anpassungsfähigkeit fühlt er sich zunehmend in urbanen Gebieten wohl. Seinen Namen verdankt der Waschbär der indianischen Bezeichnung raccoon, was so viel wie „der mit seinen Händen reibt, schrubbt und kratzt“ bedeutet.



Dr. Klaus Henle

Als Leiter des Departments für Naturschutzforschung am UFZ in Leipzig beschäftigt sich der Biologe seit vielen Jahren insbesondere mit den Gebieten Naturschutz, Landnutzungswandel, Fragmentierung von Landschaften sowie mit verschiedenen Monitoringmethoden.

e-mail: klaus.henle@ufz.de



Dr. Ingolf Kühn

Der Biologe leitet die Arbeitsgruppe Makroökologie im Department Biozönoseforschung am UFZ in Halle. Seine Forschungsschwerpunkte sind biologische Invasionen sowie Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt, insbesondere die Pflanzenwelt.

e-mail: ingolf.kuehn@ufz.de



Fertig ausgeweidete Tokohs (*Gekko gekko*) in einem Dorf im Osten Javas, Indonesien, 2006. Legal durfte Indonesien 2006 50.000 Tiere handeln, wovon 45.000 für den internationalen Terrarienmarkt und 5.000 Individuen für den lokalen Gebrauch bestimmt waren. Der Handel mit dieser Art für die Traditionelle Chinesische Medizin (TCM) von Java ist illegal. *G. gekko* ist weder in den Anhängen des Washingtoner Artenschutzübereinkommens (CITES) gelistet, noch wird die Art auf nationaler Ebene (Indonesien) geschützt. Allerdings werden Jahresquoten für Arten etabliert, um sicher zu stellen, dass Arten nicht übernutzt werden können. Im Falle Indonesiens werden diese Regularien nicht eingehalten, so dass nachweislich der illegale Handel mit *G. gekko* zu markanten Populationsrückgängen geführt hat (Shepherd & Auliya, in press). Foto: Mark Auliya, UFZ

lich zur biologischen Schädlingsbekämpfung eingeführt (z. B. der Asiatische Marienkäfer). Besonders auf Inseln wird die Pflanzen- und Tierwelt durch eingewanderte oder eingeschleppte Arten häufig vollkommen auf den Kopf gestellt. Das kann ein Fluch sein für Länder, in denen intakte Ökosysteme mit vielfältigen und charismatischen Arten wichtige Einnahmequellen sind. Biologische Invasionen können auch direkte Kosten verursachen, wenn sie beispielsweise regelmäßig bekämpft werden müssen: Wie der aus Japan als Zierpflanze eingeführte Staudenknöterich, der an Bahndämmen ein Sicherheitsrisiko ist, oder die aus Nordamerika stammende Beifuß-Ambrosie, die zu den aggressivsten Allergieauslösern zählt. Arten wie die Herkulesstaude (auch unter dem Namen Riesenbärenklau bekannt) haben nicht nur gesundheitsgefährdendes Potenzial (die in ihren Haaren enthaltene Flüssigkeit kann „Verbrennungen“ verursachen), sondern können auch naturnahe Ökosysteme völlig überformen. Doch meist bleiben die Auswirkungen vieler Eindringlinge unmerklich. Die Datenlage über die ökonomischen Folgen ist bisher sehr dünn. Und ob eine Art willkommen ist, entscheiden oft nur Nuancen: Manch Gartenbesitzer betrachtet eine Pflanze, die seinen Garten bereichert, ganz anders als derjenige, der an Bahnstrecken für den sicheren Schienenverkehr zuständig ist.

Artenhandel und Artenschutz

Aufgrund des zunehmenden Verkehrs, der Mobilität und des Tourismus blüht auch der Handel mit Naturprodukten und seltenen und unter Schutz gestellten Arten. Dieser Handel hat in der Vergangenheit globale Verkehrsströme gesteuert sowie Reichtum und selbst Kriege erzeugt. Ein berühmtes Beispiel ist die Seidenstraße, die jahrhundertlang für den Warenaustausch zwischen Europa und China entscheidend war und ihren Namen dem Handel mit einem sehr feinen Faden verdankt. Der wird von den Raupen des Seiden spinners, einer chinesischen Schmetterlingsart, produziert, um sich

bei der Verpuppung eine schützende Hülle, den Kokon, zu spinnen. Der Reichtum der tropischen Stadt Manaus in Brasilien hingegen resultierte hauptsächlich aus dem Handel mit Kautschuk, was unter anderem auch zur Ausweitung von Verkehrswegen führte: wöchentlich wurde beispielsweise Wäsche nach Europa verschifft, um dort blütenweiß gewaschen und zurücktransportiert zu werden. Die Bedeutung des Kautschuks war so hoch, dass auf die Ausfuhr der Kautschukpflanze die Todesstrafe stand, damit sie nicht in anderen Regionen angebaut werden konnte.

Der internationale Handel mit Arten und den aus ihnen gewonnenen Erzeugnissen (wie z. B. Reptillleder, Elfenbein, Naturmedikamente, Lebensmittel) kann Arten gefährden. Daher wurde 1973 das Washingtoner Artenschutzübereinkommen (CITES) unterzeichnet. Das internationale Abkommen regelt den Handel mit vom Aussterben bedrohten oder gefährdeten Tier- und Pflanzenarten sowie den aus ihnen produzierten Erzeugnissen. Rund 8.000 Tier- und 40.000 Pflanzenarten stehen unter Schutz. Deshalb sollte sich jeder Tourist im Vorfeld gut darüber informieren, welche Andenken er sich von einer Reise mitbringen darf – es könnte sonst unangenehm und teuer werden.

Mehr Verkehr heißt auch: Zerschneidung, Störungen, Straßenopfer

Die infrastrukturelle Erschließung von Regionen ist Mittel und Zweck eines tiefgreifenden landschaftlichen Struktur- und Nutzungswandels. Infrastruktur und Siedlungstätigkeit dringen nicht nur in empfindliche Lebensräume vor – zunächst ohne sich der ökologischen Wirkungen bewusst zu sein oder diese richtig abschätzen zu können. Sie machen auch andere und in Zukunft vielleicht lebenswichtige Nutzungen unmöglich.

So werden Landschaften durch Verkehrsadern in immer kleinere Teilräume zerschnitten, die ihrer Funktion als Lebensraum nicht mehr gerecht werden können. Zuerst fallen die großen und die störungsempfindlichen Arten aus, später auch die kleinen und die wenig mobilen oder ausbreitungsfähigen. Um zu fliehen oder um von einer Teilfläche in die andere zu kommen, müssen sie immer häufiger Straßen überqueren. Ein hohes Risiko, wie jeder Fußgänger weiß – nur für Tiere gibt es weder Ampel noch Zebrastreifen.

Ins öffentliche Bewusstsein traten die negativen Wirkungen von Verkehrswegen vor allem durch direkte Mortalität: Amphibien, Vögel und Säugetiere wie der Dachs, der Fischotter und der Luchs wurden immer häufiger Opfer der Straße. Queren in der Dämmerung Wildschweinrotten und weiter im Norden Elche die Straße oder werden Rehe und Hirsche beim nächtlichen Grasensuchen am Straßenrand aufgeschreckt und verursachen Kollisionen, ist auch der Mensch direkt betroffen. Diesen Konflikten versucht man heute zu begegnen, indem man empfindliche Landschaftsbereiche bei der wirtschaftlichen Entwicklung verschont (was jedoch oft nur sehr begrenzt gelingt) oder Querungshilfen wie Tunnel für Amphibien und Autobahn-Grünbrücken für Wildtiere baut.

Straßen und Siedlungen haben aber noch weitere Nebenwirkungen: Da sind einmal Störeffekte, z. B. entlang dieser Zerschneidungselemente, die auf der Verhaltensseite vieler Arten wirken, sei es, dass sie zur Flucht aus Lebensräumen, Rast- und Nahrungsflächen (Kraniche, Nordische Gänse) führen oder zur Meidung bestimmter Areale (Schreiadler überfliegen ungern Straßen und Siedlungen – im Gegensatz zum Seeadler). Außerdem entstehen Randeinflüsse durch

den Verlust an Lebensraum (z. B. abnehmende Verteilung von Greifvogelhorsten). Straßen, Trassen und andere Bebauung verringern auch die Durchlässigkeit von Landschaften. In Deutschland sind die meisten Straßen nur weniger als 40 Kilometer von der nächsten vierspurigen Straße entfernt. Es entstehen Barrieren, die dazu führen, dass Teilpopulationen isoliert werden, genetisch verarmen und – wenn sie in diesem Ökosystem aussterben – eine Neuansiedlung kaum möglich sein wird. Welche Faktoren zum Tragen kommen, hängt von den biologischen Eigenschaften der Arten ab: Generalisten überleben, Spezialisten verschwinden – die Vielfalt nimmt ab. Gegenmaßnahmen wären, Ökosysteme wieder zu vernetzen und Biotopverbundsysteme zu schaffen. Wesentliche Instrumente wie die Schaffung eines zusammenhängenden Netzes von Schutzgebieten auf Basis der EU-Richtlinie Fauna-Flora-Habitat (Modell Natura 2000) bilden dafür ein wichtiges Rückgrat.

Ganz abgesehen von den Beeinträchtigungen für die Tier- und Pflanzenwelt gräbt sich der Mensch mit dem ungebremsten Flächenverbrauch, der Zersiedelung und Versiegelung selbst eine wichtige Lebensgrundlage ab: Denn in Mitteleuropa (Halle/Leipzig) und in der Ukraine als Kornkammer Europas werden heute immer noch systematisch beste Schwarzerdeböden zerstört, auf denen unsere Nahrung wächst. ■

► zu diesem Thema finden Sie einen Hörbeitrag auf beiliegender CD oder im Internet: www.ufz.de/podcasts-biodiversitaet

Referenzen (Auswahl)

Amler, K., Bahl, A., Henle, K., Kaule, G., Poschlod, P. & Settele, J.: Populationsbiologie in der Naturschutzpraxis. Isolation, Flächenbedarf und Biotopansprüche von Pflanzen und Tieren. Ulmer, Stuttgart.

Klenke, R., Schultz, A. & Lutze, G. (2006): Mathematisch-kybernetische Habitatmodellierung und Analyse von Landschaftszerschneidungen – In: Baier, H.; Erdmann, F.; Holz, R. & Waterstraat, A. [Hrsg.]: Freiraum und Naturschutz – Die Wirkungen von Störungen und Zerschneidungen in der Landschaft. Springer. Berlin, Heidelberg, New York, S. 162 – 169.

Roth, M., Waterstraat, A. & Klenke, R. (2006): Ökologische und evolutionsbiologische Wirkungen der Segmentierung in Landschaften und der Zerschneidung in Habitaten. – In: Baier, H.; Erdmann, F.; Holz, R. & Waterstraat, A. [Hrsg.]: Freiraum und Naturschutz – Die Wirkungen von Störungen und Zerschneidungen in der Landschaft. Springer. Berlin, Heidelberg, New York, S. 143 – 150.

SCALES – Securing the Conservation of biodiversity across Administrative Levels and spatial, temporal, and Ecological Scales – Ein Projekt zur Auswirkung von Zerschneidung, zur Sicherung von regionale Vernetzung und zu Netzwerken von Schutzgebieten: www.scales-project.net

Lebensraumfragmentierung und Populationsbiologie – verschiedene Projekte zu Auswirkungen der Lebensraumfragmentierung (durch Verkehr und andere Ursachen) auf Biodiversität: www.ufz.de/index.php?de=5433

Winter, M., Schweiger, O., Klotz, S., Nentwig, W., Andriopoulos, P., Arianoutsou, M., Basnou, C., Delipetrou, P., Didziulis, V., Hejda, M., Hulme, P.E., Lambdon, P., Pergl, P., Pysek, P., Roy, D., Kühn, I. 2009.



Straßen sind Zeichen von wirtschaftlicher Entwicklung, Wohlstand, Wachstum und technischem Fortschritt. Ihre Schattenseiten sind Landschaftsverbrauch, Zersiedelung, Zerschneidung, Verschmutzung, Verinselung und Fragmentierung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen, Störungen des Verhaltens von Tieren mit Auswirkungen auf der Populationsebene bis hin zu durch den Güter- und Personenverkehr absichtlich oder unabsichtlich eingeschleppten Tier- und Pflanzenarten.



Der Fischotter (*Lutra lutra*) kommt in fast ganz Europa vor. Der an das Wasserleben angepasste Marder wird zwischen 8 und 13 Jahre alt, in Gefangenschaft sogar bis zu 22 Jahre. Feinde des Fischotters sind Wolf, Luchs, Seeadler und wilde Hunde. Sein gefährlichster Feind ist allerdings der Mensch. Lebensraumzerstörung, Straßenverkehr, knappe Nahrung, Fischreusen und die Verschmutzung der Gewässer sind die Hauptursache dafür, dass Fischotter heute kein hohes Lebensalter mehr erreichen. Foto: Dr. Reinhard Klenke/UFZ

Plant extinctions and introductions lead to phylogenetic and taxonomic homogenization of the European flora. Proceedings of the National Academy of Sciences 106: 21721-21725. www.pnas.org/content/106/51/21721 (open access).

Pysek, P., Lambdon, P.W., Arianoutsou, M., Kühn, I., Pino, J., Winter, M. 2009. Aliens vascular plants of Europe. In DAISIE (eds.), The handbook of alien species in Europe, 43–61. Springer, Dordrecht.

DAISIE – Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe: www.europe-aliens.org



Prof. Wolfgang Köck

Der Jurist leitet das Department Umwelt- und Planungsrecht am UFZ und lehrt an der Juristenfakultät der Universität Leipzig. Einen Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Arbeiten bildet das Naturschutzrecht.

e-mail: wolfgang.koeck@ufz.de



Dr. Stefan Möckel

Als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Department Umwelt- und Planungsrecht am UFZ befasst er sich schwerpunktmäßig mit Rechtsfragen der Biodiversität, des Bodens und der Land- und Forstwirtschaft.

e-mail: stefan.moeckel@ufz.de

Recht ist für jedes politische Gemeinwesen ein unverzichtbares Instrument, um das menschliche Zusammenleben zu ordnen und zu gestalten. Seit einigen Jahrzehnten werden die Pflichten des Menschen gegenüber der Umwelt in die Rechtsgestaltung einbezogen. Das ist notwendig geworden, weil die natürlichen Lebensgrundlagen gefährdet sind und ihre Bewahrung unabdingbare Voraussetzung für das Leben und das Wirtschaften der heute lebenden Menschen und der künftigen Generationen ist.

Etwas schwieriger ist das Verhältnis von Biodiversität und Recht zu fassen; denn die biologische Vielfalt ist zwar in hohem Maße, nicht aber in jeder Hinsicht eine Lebensgrundlage des Menschen, auf die wir angewiesen sind. Ob das Rotkehlchen singt oder der Luchs durch die Wälder streift, mag uns erfreuen oder erschrecken. Ob wir auf beides zur Erhaltung unserer Lebensgrundlagen angewiesen sind, ist zweifelhaft. Mit dieser Erkenntnis ist der Schutz bestimmter Arten aber nicht völlig der Willkür kollektiver bzw. individueller Entscheidungen ausgesetzt. Denn insbesondere den höheren Tieren kommt als Mitlebewesen ein Eigenwert zu, den wir nicht ohne weiteres ignorieren dürfen und der sich auch nur schwerlich in ökonomischen Verrechnungseinheiten ausdrücken lässt.

Aus der Perspektive des Rechts dürfen wir daher sagen, dass die Pflicht zur Bewahrung der biologischen Vielfalt auf zwei fundamentalen rechtsethischen Einsichten beruht: Erstens auf der Verpflichtung zur Bewahrung der Lebensgrundlagen des Menschen als Voraussetzung für Leben und Wirtschaft der jetzt lebenden und künftigen Generationen und zweitens auf der Anerkennung des Eigenwertes des (jedenfalls höheren) Lebens. Jenseits dessen sind Umwelt- und Biodiversitätsschutz Ausdruck einer politischen Übereinkunft darüber, wie wir leben wollen.

Recht und Rechtserzeugung in der Demokratie – Ausgleich kollidierender Rechtspositionen

Die fundamentalen Begründungen für die Bewahrung der biologischen Vielfalt sagen noch wenig aus über konkrete Rechtspflichten. Saubere Luft, gutes Wasser, guter Boden und ein funktionierender Naturhaushalt als Lebensgrundlage des Menschen sind weite Begriffe, die in fortgeschrittenen Gesellschaften mit ausdifferenzierten Rechtssystemen nicht einfach von Richtern bzw. der Rechtswissenschaft aus dem Himmel ethischer Begründungen in konkrete Pflichten übersetzt werden können. Dafür bedarf es des Gesetzes als Grundlage für Eingriffe in Freiheitsrechte und als wesentlicher Ausdruck demokratischer Herrschaft. In der Regel wird dem demokratischen Gesetzgeber für die konkrete Pflichtenzuweisung ein weites Gesetzgebungsermessen eingeräumt, das Raum gibt für die Abwägung vielfältiger sozioökonomischer Aspekte und die Herstellung „praktischer Konkordanz“, also die Herstellung eines optimierenden Ausgleichs bei der Kollision von Rechten und legitimen Zielen. Diese Abwägung steht den dafür zuständigen Organen der Gesetzgebung und der Exekutive zu. Sie bietet Raum für politische Gestaltung und kann nur eingeschränkt rechtlich kontrolliert werden. Das gilt übrigens auch für die lokale „Gesetzgebung“, die sich insbesondere in der kommunalen Bauleitplanung ausdrückt.

Ähnlich ist es auch mit den rechtlichen Konsequenzen, die aus der prinzipiellen Anerkennung des Eigenwertes höherer Tiere folgen. Die rechtliche Anerkennung eines Eigenwertes bestimmter Arten stellt diese Arten noch nicht per se über die Freiheitsrechte des Menschen. Sie setzt den Gesetzgeber (und in Ermangelung einer gesetzgeberischen Entscheidung auch den einzelnen handelnden Menschen, der gehalten ist, seine Freiheit verantwortlich wahrzunehmen) aber unter Rechtfertigungszwang. Man braucht schon gute Gründe, um immer weiter in die Lebensräume der Arten einzudringen, und diese Gründe müssen umso besser sein, je gefährdeter eine Art ist. Umgekehrt formuliert: Der Gesetzgeber darf nicht nur, sondern er muss die Freiheitsrechte des Menschen einschränken, um dem Eigenwert der Arten Geltung zu verschaffen.

Die Rolle sachverständiger Expertise bei der Rechtsfindung

Ob die Gründe für den Eingriff in den Bestand der Arten gut sind oder ob dem Wert der Art und der Vielfalt der Vorzug zu geben ist, wird häufig unter Zuhilfenahme sachverständiger Expertise entschieden. Naturschutzfachliches und ökologisches Wissen über den Gefährdungsgrad einer Art, über die Lebensraumbedürfnisse und die Ökosystemfunktionen bestimmter Arten ist hier ebenso bedeutsam wie beispielsweise die ökonomische Bewertung von Ökosystemleistungen. Bei all diesen Rationalisierungsversuchen muss man sich aber über deren Grenzen im Klaren sein. Der Raum politischer Gestaltung mag durch wissenschaftliche bzw. fachliche Expertise verengt werden können, die politische Entscheidung ersetzen kann sie nicht.

Integritätsinteresse und Kompensationsinteresse

Bei den rechtlichen Bemühungen um einen Ausgleich zwischen den kollidierenden Freiheitsrechten der Menschen, der Verpflichtung zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen und der Anerkennung des Eigenwertes der Kreatur hat sich das Kompensationsprinzip mittlerweile als eine Art „Mindeststandard“ herauskristallisiert. Wenn aus zwingenden Gründen schon dem Integritätsinteresse der Natur in konkreten Entscheidungssituationen nicht Rechnung getragen werden kann, soll grundsätzlich Naturalkompensation geleistet werden, um gestörte Funktionen wieder auszugleichen. Der deutsche Gesetzgeber hat dieses Grundprinzip in seiner naturschutzrechtlichen „Eingriffsregelung“ zum Ausdruck gebracht (§ 13 BNatSchG). Das Prinzip ist aber auch über die nationalen Grenzen hinaus wirksam geworden, weil es zur Befriedung beiträgt. Es erweitert den Möglichkeitsraum für den Eingriff in das Integritätsinteresse der Natur bei Wahrung der Naturfunktionen. Allerdings



Der Luchs – eine europarechtlich geschützte Art.



Die Schutzgebietsausweisung ist ein wichtiges Instrument des Naturschutzrechts.

zeigt die Geschichte der Praxis der Eingriffsregelung, dass zwischen Anspruch und Wirklichkeit deutliche Lücken klaffen. Kompensation darf nicht als „Ablasshandel“ missverstanden werden, sondern darf als Korrektiv nur dann benutzt werden, wenn es zwingende Gründe für den Eingriff in die Natur- und Artenbestände gibt.

Das europäische Naturschutzrecht als Paradigma

In gewisser Hinsicht sind die Pflichten, die wir gegenüber den natürlichen Lebensräumen und den in ihnen lebenden Arten haben, heute am konsequentesten im europäischen Naturschutzrecht sichtbar. Die so genannte Fauna-Flora-Habitatrichtlinie der EG aus dem Jahre 1992 verpflichtet alle Mitgliedstaaten dazu, für alle wichtigen europäischen Lebensraumtypen nach fachlichen Kriterien Gebiete zu identifizieren und sie unter Schutz zu stellen. Sie ermöglicht unter zwingenden Gründen aber auch Eingriffe in diese Gebiete, wenn es keine Alternativen gibt und die funktionale Kohärenz des Gebietes durch Ausgleichsmaßnahmen gewahrt wird. Darüber hinaus sind alle europäisch besonders wichtigen Arten unter strengen Schutz gestellt worden, unabhängig davon, ob sie in einem Schutzgebiet leben oder nicht. Auch hier darf nur ausnahmsweise bei Vorliegen zwingender Gründe, mangelnder Alternativen und der Wahrung des Erhaltungszustands der Art in die Integrität eingegriffen werden. Gerade im Artenschutz jenseits der Schutzgebiete zeigt sich in gewisser Weise ein flächendeckender Schutzgedanke, ein Ansatz, der zwar im nationalen Recht schon seit Jahrzehnten verfolgt wird, aber wegen des so genannten „Landwirtschaftsprivilegs“ bisher nur eine begrenzte Reichweite hatte.

Recht und Globalisierung

Rechtserzeugung und Rechtsdurchsetzung sind traditionell auf den Staat bezogen: Auf den demokratischen Gesetzgeber als wesentliche Quelle der Rechtserzeugung, auf Gerichte, die bei Rechtsver-

letzungen angerufen werden können, die zudem unabhängig von der Politik sein müssen und deren Urteile von der Exekutive vollzogen werden.

Diese Funktionsbedingungen zeigen schon, dass es mit der Herrschaft des Rechts außerhalb des demokratischen Nationalstaates schwierig wird. In der EU sind mittlerweile zwar ähnliche Mechanismen der Rechtserzeugung und -durchsetzung entwickelt worden, aber auf der globalen Ebene ist weder ein Weltgesetzgeber noch ein wirksamer Streitbeilegungsmechanismus in Sicht. Das gilt in besonderem Maße für das Politikfeld des Umweltschutzes und der Erhaltung der biologischen Vielfalt. Recht wird hier – außerhalb des schmalen Bereichs der allgemeinen Grundsätze des Völkerrechts – im Wesentlichen durch den Vertragsschluss souveräner Staaten erzeugt, und Bindung wird nur dann hergestellt, wenn zugestimmt worden ist. Ein Mehrheitsprinzip kennt die Völkerrechtsgemeinschaft – auch wegen zu unterschiedlicher Ausgangslagen der Nationalstaaten dieser Erde – nicht, und Entscheidungen im Konsens sind schwer zu bekommen, weil die Interessenlagen unterschiedlich sind. Das zeigt sich auch in der Konvention über die biologische Vielfalt, die bislang nur wenige bindende Konkretisierungen in völkerrechtlichen Protokollen erfahren hat.



Entscheidungen im Konsens souveräner Staaten dieser Erde sind nur schwer zu bekommen, weil die Interessenlagen unterschiedlich sind. Im Dezember 2009 fand im dänischen Kopenhagen die 15. UN-Klimakonferenz statt. Der von vielen erhoffte Durchbruch auf dem Weg zu einem Kyoto-Nachfolgeprotokoll konnte nicht erreicht werden. Auf der 10. Vertragsstaatenkonferenz des Übereinkommens der Biologischen Vielfalt (COP10) in Nagoya Ende Oktober 2010 dagegen ist es gelungen, sich auf teilweise sehr ambitionierte Ziele zu einigen: Die Naturschutzgebiete sollen weltweit von 13 auf 17 Prozent wachsen. Statt sechs sollen bis 2020 zehn Prozent der Meere geschützt werden. Eine gute Basis für weitere Verhandlungen ist außerdem das Abkommen gegen die „Biopiraterie“ (Access and Benefit Sharing). Foto: Tilo Arnhold, UFZ

Begründete Hoffnung besteht aber darauf, dass der Zugang zu genetischen Ressourcen und der gerechte Vorteilsausgleich der Nutzung dieser Ressourcen (access & benefit sharing) in absehbarer Zeit in bindende Rechtstexte münden wird. Gelänge dies, wären wichtige Voraussetzungen für ein Eigeninteresse der Schwellen- und Entwicklungsländer an der Erhaltung der biologischen Vielfalt geschaffen und möglicherweise die viel beschworene Tragik der „herrenlosen Güter“, die sich auch hinter der Figur des gemeinsamen Menschheitserbes (common heritage of mankind) verbirgt, überwunden. Auch in anderer Hinsicht erfährt der Biodiversitätsschutz Unterstützung, nämlich durch eine Klimaschutzpolitik, die die Erhaltung der

Wälder durch neue internationale Förderinstrumente sicherstellen will (so genannter REDD+Mechanismus). Ob dies gelingt, bleibt abzuwarten. ■

Referenzen (Auswahl):

- Köck, W. (2010): Rechtlicher Handlungsrahmen und Instrumente für die Erhaltung der Biodiversität in Kulturlandschaften, in: *Natur und Recht* 32 (2010), S. 530 – 538.
- Möckel, S. (2010): Naturnahe Landbewirtschaftung – „Permanent Agriculture“ als Chance für die Umsetzung des Naturschutzrechts. *Natur und Landschaft (NuL)* (4), S. 149 – 153.
- Möckel, S./Köck, W. (2009): Naturschutzrecht im Zeichen des Klimawandels, in: *Natur und Recht (NuR)* 31, S. 318 – 325.
- Köck, W., Möckel, S. (2008): Der europäische und nationale Rechtsrahmen für den Naturschutz – Lässt er genügend Handlungsspielräume für effiziente Naturschutzlösungen? In: Wätzold, F. (Hrsg.), *Ökonomische Effizienz im Naturschutz*, BfN-Skripten 219, Bonn/Bad-Godesberg 2008, S. 185 – 211.
- Möckel, S. (2008): Land- und Forstwirtschaft im Umweltgesetzbuch – Wird der Referentenentwurf den ökologischen Herausforderungen gerecht? In: *Natur und Recht (NuR)* 30 (12), S. 831-837
- Köck, W. (2008): Rechtsgrundlagen für die Errichtung des kohärenten ökologischen Netzes Natura 2000, in: *Zeitschrift für Europäisches Umwelt- und Planungsrecht (EurUP)* 6, S. 154 – 157.
- Möckel, S. (2008): Schutz und Entwicklung von Natura 2000-Gebieten – Rechtliche Anforderungen an die Landwirtschaft. In: *Zeitschrift für Europäisches Umwelt- und Planungsrecht (EurUP)* 2008 (4), S. 169 – 174.
- Möckel, S. (2008): Die Novelle des Bundesnaturschutzgesetzes zum europäischen Gebiets- und Artenschutz – Darstellung und Bewertung. In: *Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR)* 19, S. 57 – 64.
- Möckel, S. (2007): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie bei FFH- und Vogelschutzgebieten. In: *Natur und Recht (NuR)* 2007, S. 602 – 608.
- Köck, W./Thum, R./Wolf, R. (Hrsg.) (2005): *Praxis und Perspektiven der Eingriffsregelung*, Baden-Baden: Nomos-Verlag.
- Wolff, N./ Köck, W. (Hrsg.) (2004): *10 Jahre Übereinkommen über die biologische Vielfalt – eine Zwischenbilanz*, Baden-Baden: Nomos-Verlag.

Verbindliche politische Regelungen sind für die Erhaltung der Biodiversität zentral, nicht zuletzt deshalb, um den Konflikt zwischen Nutzung und Erhaltung zu entschärfen. Einmal sind Teile der Biodiversität von hoher gesellschaftlicher, insbesondere ökonomischer und sozialer Bedeutung, weil sie wertvolle Ausgangsstoffe für eine Vielzahl von Produktionsverfahren liefern – von der Pharmazie bis zur Pflanzenzüchtung – oder ganz unmittelbar die Lebensgrundlagen und die Nahrungssicherheit von Menschen betreffen. Neben diesem gesellschaftlichen Nutzen muss aber auch der Eigenwert der Natur berücksichtigt werden. Wir brauchen daher verbindliche Regelungen, um die Erhaltung der Biodiversität bzw. einzelner Pflanzen und Tiere zu gewährleisten.

Ganz gleich, ob es um Regelungen und Gesetze für den gesellschaftlichen Nutzen oder den Eigenwert (den Naturschutz) geht, sind eine Vielzahl von Akteuren und Institutionen involviert, die auf verschiedenen Handlungsebenen operieren: Von der lokalen Ebene über den Nationalstaat bis zur europäischen oder internationalen Ebene. Zudem gibt es in der Biodiversitätspolitik Schnittmengen mit anderen Politikfeldern wie der Landwirtschaft, dem Handel oder der Armutsbekämpfung. Das bedeutet, dass eine Vielzahl von potenziellen Ziel- oder Interessenkonflikten zu berücksichtigen sind. Biodiversitätspolitik wird deshalb – wie viele Felder der Umweltpolitik – zunehmend als Querschnittsthema verstanden.

Internationale Biodiversitätspolitik im Zusammenspiel verschiedener Handlungsebenen (Multi-Level Governance)

Politik zur Erhaltung der Biodiversität ist von Beginn an mit einem Paradox im Hinblick auf ihren räumlichen und sozioökonomischen Bezug konfrontiert: Einerseits sind in diesem Feld – mehr noch als in anderen Feldern der Umweltpolitik – die konkreten lokalen Bedingungen zu berücksichtigen: Welches Ökosystem liegt vor und wie sieht seine Dynamik aus (naturräumlich)? Wie sehen die konkreten Nutzungsformen vor Ort aus (sozio-ökonomisch)? Welche Abhän-



Prof. Dr. Christoph Görg

Er ist Professor für politikwissenschaftliche Umweltforschung am Fachbereich Gesellschaftswissenschaften der Universität Kassel. Am UFZ leitet er das Department Umweltpolitik. Seine Forschungsschwerpunkte sind Biodiversitätspolitik und Ökosystemdienstleistungen, Anpassung an den Klimawandel, Schnittstelle Wissenschaft-Politik und konzeptionelle Fragen gesellschaftlicher Naturverhältnisse.

e-mail: christoph.goerg@ufz.de



Dr. Felix Rauschmayer

Der Ökologische Ökonom beschäftigt sich am UFZ im Department Umweltpolitik mit der Biodiversitätspolitik (Multi-Level Governance, Partizipation, Schnittstelle Politik-Wissenschaft) und der konzeptionellen Arbeit an Nachhaltigkeitspolitik und -forschung.

e-mail: felix.rauschmayer@ufz.de



So genannte „Hot spots“ (Ökosysteme mit einer hohen biologischen Vielfalt) oder besonders wichtige Ökosysteme wie Mangrovenwälder sind nicht gleichmäßig über die Erde verteilt. Daher ist deren Schutz eine grenzüberschreitende Aufgabe. Foto: Fotolia IX – Fotolia.com

gigkeiten zwischen Biodiversität und gesellschaftlichen Prozessen sind zu berücksichtigen (sozio-ökonomisch)? Andererseits handelt es sich aber bei der Biodiversität um ein globales Gemeingut, das internationale Anstrengungen zur Abstimmung und Koordinierung von Erhaltungsmaßnahmen erforderlich macht.

Die biologische Vielfalt ist nicht gleichmäßig über den Globus verteilt. Das macht den Schutz so genannter „Hot-Spots“ (Ökosysteme mit einer sehr hohen biologischen Vielfalt) bzw. besonders wichtiger Ökosysteme (Mangrovenwälder, Korallenriffe, tropischer Regenwald) zu einer grenzüberschreitenden Aufgabe. Deshalb kann weder auf den Ausgleich von Kosten – beispielsweise beim Verzicht auf eine Nutzung – noch auf die Verteilung von Vorteilen aus der Nutzung verzichtet werden. Dazu bedarf es internationaler Abkommen wie der „Konvention über biologische Vielfalt“ (KbV oder englisch CBD). Dieses Abkommen hat dementsprechend auch drei gleichberechtigte Ziele:

1. die Erhaltung der Biodiversität
2. ihre nachhaltige Nutzung und
3. den gerechten Vorteilsausgleich aus der Nutzung ihrer Bestandteile

Neben der lokalen und internationalen Ebene spielen die nationale und die europäische Ebene eine wichtige Rolle. Der Gesetzgeber setzt internationale Abkommen in europäische Richtlinien und nationale Gesetze um und gibt gleichzeitig der lokalen sowie der regionalen Ebene konkrete Rahmenbedingungen vor. Mehr und mehr werden Maßnahmen zur Erhaltung der Biodiversität international koordiniert, innerhalb Europas z. B. durch die Einrichtung des Schutzgebietssystems Natura 2000. Damit solche internationalen oder europäischen Maßnahmen nicht zu Konflikten auf der lokalen Ebene führen (wie bei Interessenkonflikten zwischen Zielen des Umweltschutzes und der lokalen Bevölkerung), müssen die unterschiedlichen Handlungsebenen miteinander abgestimmt werden.

Doch das ist nicht alles: Neben dem Zusammenspiel der verschiedenen Handlungsebenen ist zu beachten, dass eine Vielzahl von Akteuren in die Nutzung und Erhaltung der Biodiversität involviert ist. Das sind staatliche Akteure aus Umwelt- und Naturschutzpolitik, Landwirtschafts- und Wirtschaftspolitik. Das sind Akteure aus der Zivilgesellschaft wie Umweltverbände und -vereine. Und das sind auch Akteure aus dem privaten Sektor, z. B. aus Landwirtschaft, Industrie oder Handel. Verbindliche Entscheidungen im Bereich der Biodiversitätspolitik werden damit faktisch im Rahmen von Multi-Level Governance getroffen, und es liegt auf der Hand, dass das konkrete Zusammenspiel der verschiedenen Ebenen und der verschiedenen Akteure nicht immer ganz einfach ist.

Die Beteiligung (Partizipation) von Öffentlichkeit und Interessenträgern bei der konkreten Umsetzung von Maßnahmen zur Erhaltung der Biodiversität trägt in der Regel wesentlich zur Verbesserung der Qualität und der öffentlichen Akzeptanz von Entscheidungen bei. Partizipation ermöglicht zudem die Initiierung von Lernprozessen und vereinfacht den Prozess der Umsetzung von politischen Entscheidungen. Bei der Multi-Level Governance der Biodiversität in der EU betrifft das die Umsetzungen der Vogel- und der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie sowie die Einrichtung des Natura 2000-Netzwerks an Schutzgebieten. Die Ergebnisse eines vom UFZ koordinierten EU-Projektes (GovernNat: Multi-level Governance of Natural Resources: Tools and Processes for Biodiversity and Water Governance

in Europe) legen allerdings nahe, dass besondere Bedingungen zu beachten sind, damit Partizipationsprozesse auch die gewünschten Ergebnisse erzielen:

- ▶ Die Erwartungen der Teilnehmer an die Verfahren müssen transparent und klar formuliert werden, damit es nicht zu Missverständnissen, Frustration oder Konflikten kommt.
- ▶ Der kulturelle und institutionelle Kontext ist zu berücksichtigen.
- ▶ Die Auswahl der relevanten Akteure muss sorgfältig erfolgen.
- ▶ Initiativen „von unten“ sollten einbezogen werden.
- ▶ Der konkrete Nutzen von Beteiligungsprozessen sollte analysiert werden.
- ▶ Die Verteilung der Kosten muss geklärt werden.



Pavan Sukhdev (2.v.l.) und Dr. Heidi Wittmer (3.v.l.) berichteten auf einem Side-Event zur ‚Conference of the Parties‘ (COP 9) in Bonn im Mai 2008 über die von ihnen geleitete bzw. wissenschaftlich koordinierte TEEB-Studie zur Ökonomie von Ökosystemen und biologischer Vielfalt. Foto: UFZ

Die Schnittstelle Wissenschaft – Politik

Politik zur Erhaltung der Biodiversität ist auf wissenschaftliche Beschreibungen und Erklärungen angewiesen, gleichzeitig ist es aber keineswegs trivial, die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschungen in Politik umzusetzen. Schon seit vielen Jahren ist die Einsicht gewachsen, dass es hier noch einiges zu verbessern gibt. So arbeitet das wissenschaftliche Beratungsgremium der „Konvention über biologische Vielfalt“ eher wie ein politisches Verhandlungsgremium und liefert nicht genügend unabhängige wissenschaftliche Expertise. Seit 2005 gibt es nun konkrete Beratungen und Verhandlungen, wie diese Situation verbessert werden könnte. Ursprünglich stand die Idee im Raum, in Anlehnung an den Weltklimarat einen „IPCC für Biodiversität“ zu gründen. In einem internationalen Workshop, der im Herbst 2006 am UFZ stattfand, kamen die Teilnehmer jedoch zu dem Ergebnis, dass die Probleme im Bereich der Biodiversität doch etwas anders gelagert sind und die Struktur des Weltklimarates (IPCC) nicht eins zu eins übertragen werden kann. So haben wir es hier zum einen mit einem komplexen Zusammenspiel mehrerer internationaler Abkommen zu tun: Neben der CBD sind beispielsweise das Washingtoner Artenschutzabkommen und die Abkommen zu wandernden Arten und zu Feuchtgebieten zu berücksichtigen. Und wie bereits erläutert, muss die lokale Ebene und damit eine Vielzahl gesellschaftlicher Nutzungs- und Wissensformen berücksichtigt werden. Dazu gehören sowohl die zahlreichen vorhandenen wissenschaftlichen Netzwerke als auch lokale Experten und indigenes Wissen.

Die aktuellen Diskussionen um die Einrichtung einer neuen internationalen Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik stehen kurz

vor dem entscheidenden Schritt, der Etablierung einer Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). Auch wenn es für wichtige Fragen noch keine abschließende Antwort gibt, so zeichnet sich doch ab, dass es nicht so sehr um die Einrichtung eines neuen Megagremiums, ähnlich dem IPCC, geht. Vielmehr wurde die Idee aufgegriffen, dass die bestehenden Netzwerke auf den verschiedenen Ebenen in einen neuen Mechanismus eingebunden werden sollen und auf den verschiedenen Handlungsebenen die Links zwischen Wissenschaft, anderen Wissensformen und Entscheidungsträgern sehr spezifisch eingerichtet werden müssen. In der Frage, wie das genau erfolgen soll und wie der Gesamtprozess selbst gesteuert werden kann, liegt noch ein erhebliches politisches Spannungspotenzial. Um dieses Potenzial zu erkennen und letztlich zu seiner Entschärfung beizutragen, startete ein BMBF-Forschungsprojekt im Department Umweltpolitik am UFZ (NesNet: Nested Networks – Neue Formen von Governance der Forschung).

Ökosystemdienstleistungen und die Grenzen der Nutzung

Mit dem Begriff der Ökosystemdienstleistungen wurde die Nützlichkeit der Biodiversität zur Befriedigung einer Fülle menschlicher Bedürfnisse und zur Regulierung anderer Umweltprozesse wie Klima oder Wasserqualität in den letzten Jahren immer stärker betont. Gleichzeitig müssen wir jedoch den Grenzen der Nutzung gerecht werden, wie sie durch den Eigenwert der Natur oder das langfristige Funktionieren von Ökosystemen gesetzt werden. Wie das in umweltpolitischen Entscheidungen umgesetzt werden kann, ist Gegenstand eigenständiger Forschungen am UFZ zur Gestaltung gesellschaftlicher Naturverhältnisse:

Im neuen Projekt PRESS (PEER Research on EcoSystem Services; PEER heißt Partnership for European Environmental Research und ist ein Zusammenschluss von sieben europäischen Umweltforschungszentren) untersuchen verschiedene Forschungszentren, wie Ökosystemdienstleistungen in Europa räumlich verteilt sind und welche potenziellen Ziel- und Interessenkonflikte bei deren Nutzung auftreten können.

Im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt GeNECA (Gerechte Nachhaltige Entwicklung auf Grundlage des Capability-Ansatzes; Forschungsprojektverbund im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunktes „Wirtschaftswissenschaften für Nachhaltigkeit“) werden Fragen der Gestaltung von Natur-Gesellschafts-Beziehungen und der intragenerationalen Gerechtigkeit (d.h. Fragen der gerechten Nutzung natürlicher Ressourcen zwischen verschiedenen Generationen) mithilfe des in der Entwicklungspolitik eingesetzten Capability-Ansatzes untersucht. Der Capability-Ansatz wird auf deutsch auch Ansatz der Befähigungs- oder Verwirklichungschancen genannt und zur Analyse der individuellen und gesellschaftlichen Lebensqualität eingesetzt. Das Projekt verbindet grundlagenorientierte konzeptionelle Arbeit mit einer quantitativen Analyse und konkreten Fallbeispielen. Das biodiversitätsbezogene Fallbeispiel geht der Frage nach, ob eine stärker bedürfnisorientierte Diskussion und Argumentation zu einer nachhaltigeren Nutzung von Ökosystemen beitragen kann. ■

► zu diesem Thema finden Sie einen Hörbeitrag auf beiliegender CD oder im Internet: www.ufz.de/podcasts-biodiversitaet



Marktstand mit Fischen. Der Mensch nutzt viele „Dienstleistungen“ der Natur – häufig ohne einen angemessenen Gegenwert zu bezahlen bzw. nachhaltig zu wirtschaften. Beispiele für solche so genannten Ökosystemdienstleistungen sind Insekten, die Fruchtpflanzen bestäuben, oder Mangrovenwälder und Korallenriffe, die vielen Fischarten als Kinderstube dienen. Solche Ökosysteme stellen daher in vielen Erdregionen eine wichtige Basis für die Fischereiwirtschaft dar.

Referenzen (Auswahl):

Behrens, V., Rauschmayer, F., Wittmer, H., 2008. Why pan-European cormorant management is so difficult – a contribution to managing international ‘problem’ species. *Environmental Conservation* 35/1: 55–63.

Berghöfer, A., Wittmer, H., Rauschmayer, F., 2008. Stakeholder Participation in Ecosystem-Based Approaches to Fisheries Management: A Synthesis from European Research Projects. *Marine Policy* 32/2:243–253.

Brand, U. and C.Görg (2008): The Clash of Global Regulations. Internationalisation of the State and Post-Fordist Governance of Nature: The Case of Genetic Resources, in: *Review of International Political Economy (RIPE)* 2008, 15:4, pp 567–589

Brand, U. and C.Görg (2008): Sustainability and globalisation: A theoretical perspective, together with Ulrich Brand in: Jacob Park, Ken Conca & Matthias Finger (eds): „The Crisis of Global Environmental Governance: Towards a New Political Economy of Sustainability“, Routledge: Environmental Politics, London/New York 2008, pp13–33

Brand, U., C.Görg, J.Hirsch and M.Wissen (2008): Conflicts in Environmental Regulation and the Internationalization of the State. *Contested Terrains*, Routledge/RIPE Studies in Global Political Economy, London/New York 2008

Burchardt, H.-J., A.Brunnengräber and C.Görg (Hrsg, 2008): Mit mehr Ebenen zu mehr Gestaltung? Multi-Level-Governance in der transnationalen Sozial- und Umweltpolitik, Nomos Verlag: Schriften zur Governanceforschung, Baden-Baden

Görg, C. (2005) Die Globalisierung der Naturverhältnisse. Kultur, Politik und Gesellschaft in der Biodiversitätspolitik, in: *Umweltpsychologie*, 9. Jg., Heft 2/2005, S. 110–125

Görg, C. (2007): Multi-Level Environmental Governance. Transformation von Staatlichkeit – Transformation der Naturverhältnisse, in: A.Brunnengräber/H.Walk (Hg): *Multi-Level-Governance. Klima-, Umwelt- und Sozialpolitik in einer interdependenten Welt*, Nomos-Verlag, Baden-Baden, 2007, 75–98



Prof. Dr. Kurt Jax

Kurt Jax ist stellvertretender Leiter des Departments Naturschutzforschung und (außerplanmäßiger) Professor für Ökologie an der Technischen Universität München. Seine Hauptarbeitsgebiete sind die Theorie und Philosophie von Ökologie und Naturschutz.

e-mail: kurt.jax@ufz.de

„Warum glauben Sie, dass Biodiversität gut ist?“. Diese Frage wurde einem der Begründer der amerikanischen Naturschutzforschung, Michael Soulé, in einem Interview gestellt. Seine Antwort war bemerkenswert. Statt von der Notwendigkeit der Biodiversität für das menschliche Überleben oder für das Funktionieren von Ökosystemen sprach Soulé darüber, dass diese Überzeugung zunächst eine Intuition von ihm sei, dass er Diversität liebe: „Ich liebe es, ein weites Spektrum von Arten und Lebensräumen zu sehen. Es ist eine ästhetische Erfahrung, und es ist schwer zu definieren, was der Unterschied zwischen ästhetisch und spirituell ist.“ Das ist eine bemerkenswert offene und ehrliche Antwort, und sie wird wahrscheinlich von sehr vielen Menschen geteilt, auch von sehr vielen Wissenschaftlern, die sich mit Biodiversität befassen. Es sind nicht nur ökonomische und „ökologische“ Gründe, die uns die biologische Vielfalt schützen lassen. Es geht vielmehr auch um Werte und damit um Ethik.

Ethische Argumente beim Schutz und der Nutzung von Biodiversität reduzieren sich häufig nur auf einen Eigenwert der Natur (oder der Biodiversität). Das greift zu kurz. Worum geht es in der Ethik allgemein? Sie beschreibt und analysiert die Frage nach dem moralisch guten oder schlechten Handeln – im Umgang der Menschen untereinander, aber auch im Umgang mit der Natur. Eine Umwelt- oder Naturschutzethik bewegt sich daher nicht im Gegensatz zur etablierten rein auf den Menschen bezogenen Ethik, sondern ergänzt und erweitert sie. Und somit haben Argumente, die für den Schutz der Biodiversität sprechen und damit dem Überleben der Menschen dienen, eine moralische Dimension. Diese so genannte anthropozentrische Position ist legitimer Gegenstand einer (Umwelt)ethik.

Die moderne Biodiversitätsdebatte wurde in den 1980er Jahren aus Sorge um die Erhaltung der Natur und das menschliche Überleben angeregt. Der entscheidende Ausgangspunkt hierzu war eine von Ökologen und Naturschutzbiologen (u. a. Walter G. Rosen, Michael Soulé und Edward O. Wilson) initiierte Konferenz, das „National Forum on BioDiversity“, das 1986 in Washington stattfand. Im Rahmen der Konvention über die Biologische Vielfalt (CBD) erfuhr die Debatte zudem eine Ausweitung, die auch Fragen der globalen Gerechtigkeit umfasste: Wie kann der „Mehrwert“, der aus dem Schutz und der Nutzung von biologischer Vielfalt entsteht, zwischen armen, aber biodiversitätsreichen Staaten und den wohlhabenden Staaten des Nordens fair verteilt werden? Ein Beispiel einer solchen Nutzung sind tropische Regenwälder, die als Lieferanten von aus Pflanzen gewonnenen Medikamenten oder als Kohlenstoffsänke zur CO₂-Reduktion infrage kommen.

Ethische Argumente im Zusammenhang mit dem Schutz und der Nutzung von Biodiversität sind weder das „Sahnehäubchen“ auf einer rein nutzenorientierten Argumentation noch sind sie – wie manchmal von Naturschutzseite erhofft – die absolute Lösung aller Naturschutzkonflikte zugunsten „der“ Natur. Aspekte der Ethik durchdringen – oft unbewusst – die meisten Debatten über den Schutz der Biodiversität. Sie verstecken sich hinter mancher scheinbar rein wissenschaftlichen Argumentation. Ein Bewusstmachen der

normativen Aspekte in solchen Debatten und eine klarere Unterscheidung zwischen Werten und Fakten kann wesentlich zu einer transparenten und abgewogenen Behandlung von Naturschutzfragen beitragen und erweitert den Raum für Argumente, die sonst nur unterbewusst eingehen. Ein Beispiel veranschaulicht das.

Muss der Biber sterben? Streit um einen Exoten auf Feuerland

Das sonst so seriöse Fachblatt „Nature“ überschrieb im Jahr 2008 einen Artikel in fetten Lettern mit dem Titel: „Tierra del Fuego: the beavers must die“ – „Feuerland: Die Biber müssen sterben“. Gegenstand des kurzen Aufsatzes war die Diskussion um eine geplante Ausrottung des Kanadischen Bibers im Feuerland-Archipel. Der Kanadische Biber hat sich seit den 1940er Jahren – nachdem er zur Pelzzucht eingeführt wurde – auf Feuerland und auf anderen Inseln des Archipels erfolgreich ausgebreitet. Wie Biber es immer tun, haben die Tiere ihre Umgebung kräftig umgestaltet: Sie haben Bäume gefällt und Gewässer aufgestaut. Im geringen Ausmaß verursachte der Biber ökonomische Schäden in der sehr dünn besiedelten Gegend. Andererseits ist er aber auch eine Touristenattraktion und wird in einigen Restaurants der Region als neue Spezialität auf der Speisekarte geführt.

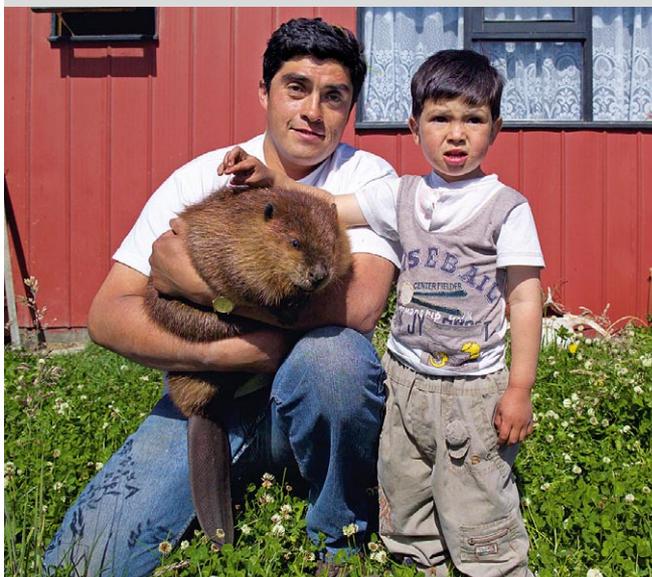
Es sind aber vor allem Biologen und Naturschützer, welche die Tiere als Problem ansehen und Alarm geschlagen haben. Gemeinsam mit der staatlichen Landwirtschaftsbehörde wurde ein massives Ausrottingsprogramm beschlossen. Die Diskussion über den Umgang mit exotischen Arten – hier dem Biber – wird gerade von vielen Naturschützern sehr emotional geführt. Wissenschaftler führen an, dass der Biber auf Feuerland das ursprüngliche Ökosystem der Region verändert hat und dadurch ein Problem darstellt. Ist er aber wirklich ein Problem? Können die naturwissenschaftliche Forschungen beurteilen? Und angesichts der Tatsache, dass sich die Tiere nun seit 60 Jahren in der Region etabliert und beispielsweise auf der chilenischen Insel Navarino praktisch jeden möglichen Lebensraum besiedelt haben. Welche Auswirkungen auf die inzwischen dort vorhandenen Organismen und Ökosysteme wird eine Ausrottung des Bibers haben – wenn sie denn in dem unwegsamen Gebiet überhaupt gelingt?

Naturwissenschaftliche Forschung kann nur beschreiben, sie kann de facto nicht bewerten, ohne ihre eigene Selbstbegrenzung als „wertfreie Wissenschaft“ zu überschreiten. Hier ist der Punkt, an dem ethische Forschung ansetzt und an dem gesellschaftliche Entscheidungsprozesse eingehen. Solche Entscheidungsprozesse sind nie nur von reinen Kosten-Nutzen-Abwägungen geprägt. Sie werden auch immer von einem großen Spektrum von Werten mit bestimmt. In diesem Sinne kann es auch keine „ökologischen“ Begründungen für den Schutz von Biodiversität (oder den Naturschutz generell geben). Ökologische Argumente sind nur ein Teil einer Argumentationskette, die sich auf bestimmte, von Menschen vertretene Werte und Interessen bezieht, wie die Erhaltung eines Ökosystems aus Gründen menschlichen Wohlergehens.

Michael Soulés oben geäußerte Intuition ist ein wichtiger Ausgangspunkt. Sie reicht jedoch nicht, wenn es darum geht, Konflikte zu lösen und argumentativ gerechtfertigte Abwägungen zu treffen. Etwa die, ob der Biber auf Feuerland ausgerottet, partiell ausgerottet oder als „Neubürger“ geduldet werden soll. Hier ist der Platz für eine Naturschutzethik. Wie jede Ethik soll sie Argumente über das moralisch richtige Verhalten (hier gegenüber der Natur) klar und deutlich machen, und sie muss auf ihre Logik und Schlüssigkeit überprüfbar



Biberburg auf der Insel Navarino in Chile. Biber gestalten ihre Umgebung kräftig um. Sie fällen Bäume, bauen Dämme und stauen Gewässer auf. Im geringen Ausmaß verursachte der Biber ökonomische Schäden in der sehr dünn besiedelten Gegend.



Auf der Insel Navarino (Chile) wird der Biber als eingewanderte Art bekämpft, während einige Familien ihn als Haustier halten.

sein. Demnach sind Werthaltungen nicht einfach nur subjektive Vorlieben, sondern lebensleitende Einstellungen, die auch für das eigene Selbstbild und für Vorstellungen eines guten Lebens (man spricht auch von einer „Ethik des guten (oder gelingenden) Lebens“) entscheidend sind. Sie können und müssen deutlich Diskursen sowie Abwägungsprozessen zugänglich gemacht werden.

Wo fängt Umweltethik an, wo hört sie auf?

Innerhalb der Ethik existieren sehr unterschiedliche Positionen. Auf welche Wesen (oder gar Systeme und Dinge) muss der Mensch in seinen Entscheidungen Rücksicht nehmen? Ist die Ausrottung des Bibers gerechtfertigt, obwohl durch die Zerstörung und den Zerfall der Biberdämme nicht nur der Biber selbst, sondern auch zahlreiche andere nun in den Biberseen lebende Organismen getötet werden? Rechtfertigen die Vorteile einer Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes – falls er denn wiederherzustellen ist – und der Aufwand, der dafür getrieben wird, diese Konse-

quenzen? Die Fragen verdeutlichen die Komplexität der zahlreichen Abwägungsprozesse, die zu treffen sind – zwischen den Interessen unterschiedlicher Gruppen von Menschen und ihren Wertvorstellungen, aber auch zwischen den Interessen bestimmter Menschen und denen anderer Lebewesen. Die Umweltethik kann keine einfachen Antworten geben. Aber sie hilft, den Raum der Argumente aufzuweiten, zu strukturieren und die Debatte zu versachlichen. Sie kann Forschungsbedarf formulieren, der für vernünftige Abwägungsprozesse nötig wird, etwa um über die genauen Auswirkungen einer exotischen Art auf das Überleben einheimischer Arten zu entscheiden. Für den Fall des Bibers auf Feuerland bzw. speziell auf der Insel Navarino führten Wissenschaftler im Rahmen des BMBF-Projekts BOKONCHIL eine Studie durch. Sie haben Wissen und Werte der verschiedenen Bevölkerungsgruppen in Hinblick auf die biologische Vielfalt analysiert und für Entscheidungsprozesse nutzbar gemacht. Aus diesen Erfahrungen haben sie eine Methode für künftige ähnliche Studien entwickelt.



„Natürliche Sukzession zur Wald-Wildnis, Orchideenwiese oder Gewerbegebiet?“ Die Abwägung zwischen diesen Alternativen ist weder eine, die nur auf der Basis von Nutzenkategorien getroffen werden sollte, noch eine, bei der von vornherein die höchste Vielfalt an seltenen Arten (hier: Orchideen) den Vorzug hat. Verschiedenste Werte geraten hier in Konflikt zueinander: ästhetische, emotionale, ökonomische, moralische. Foto: Karl Heyde

Biologische Invasionen – gut oder schlecht?

Die Diskussion zeigt sich auch grundsätzlich beim Umgang mit dem Thema der exotischen (und invasiven) Arten. Während generell eine hohe Artenvielfalt als positiv für den Naturschutz angesehen wird – direkt oder als Mittel zum guten Funktionieren von Ökosystemen –, sehen viele Wissenschaftler eine Erhöhung der Artenzahl durch exotische Arten als negativ an; einige wissenschaftliche Publikationen behandeln exotische Arten sogar unter dem Begriff der „biopollution“, also Bioverschmutzung. Gibt es gute und schlechte Biodiversität? Die Frage, welche exotischen Arten unter welchen Bedingungen als erwünscht oder unerwünscht angesehen werden, ist eine Frage der Wertung (einschließlich der Bewertung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zu den Auswirkungen dieser Arten). Als solche muss sie Gegenstand gesellschaftlicher Entscheidungsprozesse sein, die von philosophisch-ethischer Forschung unterstützt werden. Grundsatzfragen, wie die Frage nach dem Wert von Biodiversität bedürfen der Verbindung zu sozialwissenschaftlichen Forschungen, welche den Werte-Kanon der Beteiligten in konkreten Entscheidungs- oder gar Konfliktsituationen zum Gegenstand haben.

Ausblick: Ökonomisierung der Biodiversität vs. Ethik der Biodiversität?

Die Frage nach der Rolle von ethischen Argumenten für den Schutz der Biodiversität hat neue Aktualität erhalten, seit dieser Schutz in einem Atemzug mit den ökosystemaren Dienstleistungen (ecosystem services) genannt wird. Das ist ein Ziel der im Entstehen begriffenen neuen Biodiversitätsstrategie der Europäischen Union. Insbesondere die stark ökonomische Ausrichtung des Konzepts der Ökosystemdienstleistungen hat manche Kritiker auf den Plan gerufen, die dadurch einen Ausverkauf der Natur befürchten und deshalb zumindest teilweise eine Rückkehr zu einem primär ethisch begründeten Schutz der Biodiversität fordern. Viele Vertreter des Ansatzes der Ökosystemdienstleistungen sehen die ethischen Dimensionen des Naturschutzes entweder in den so genannten kulturellen Dienstleistungen aufgehoben oder aber betrachten ethische Argumente (hier meist im Sinne von Eigenwertargumenten) als komplementär zur nutzenorientierten Begründung des Naturschutzes. Die Diskussion über das theoretische und praktische Verhältnis von Biodiversität, Ethik und Ökosystemdienstleistungen bleibt einstweilen offen und ist ein wichtiges Forschungsfeld für die Zukunft. ■

► zu diesem Thema finden Sie einen Hörbeitrag auf beiliegender CD oder im Internet: www.ufz.de/podcasts-biodiversitaet

Referenzen (Auswahl):

- Berghöfer, U., Rozzi, R. and Jax, K. (2010). Many eyes on nature – diverse perspectives in the Cape Horn Biosphere Reserve and their relevance for conservation. *Ecology and Society*, 15(1): 18 www.ecologyandsociety.org/vol15/iss1/art18/
- Bobbert, M., Düwell, M. and Jax, K. (Eds.) (2002). *Umwelt, Ethik und Recht*, Tübingen: Francke-Verlag.
- Haider, S. and Jax, K. (2007). The application of environmental ethics in biological conservation: a case study from the southernmost tip of the Americas. *Biodiversity and Conservation*, 16, 2559–2573.
- Jax, K. (2002). Warum soll Biodiversität geschützt werden? Das Problem der Bewertung der Biodiversität aus umweltethischer Sicht. *Laufener Seminarbeiträge 2/02*, 125–133.
- Jax, K. (2003). Wofür braucht der Naturschutz die wissenschaftliche Ökologie? Die Kontroversen um den Hudson River als Testfall. *Natur und Landschaft*, 78, 93–99.
- Jax, K. (2010). *Ecosystem functioning*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Jax, K. and Rozzi, R. (2004). Ecological theory and values in the determination of conservation goals: examples from the temperate regions of Germany, USA and Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77, 349–366. (auch abgedruckt in: Nelson M. P. & J. B. Callcott (Hrsg.)(2008), *The wilderness debate rages on*. S. 664–691. – Athens, Georgia: University of Georgia Press).

Auf den ersten Blick haben Biodiversität und Ökonomie doch rein gar nichts miteinander zu tun! Hier die Natur, die Vielfalt der Arten, die Erhaltung unserer Lebensgrundlagen, dort die Wirtschaft, das Gewinnstreben, der Profit, das Geld und die Finanzkrise. Hier die Schönheit, das Natürliche, das unser Herz Erwärmende. Dort die Kälte, das Wider-Natürliche, das vielleicht noch als notwendig Akzeptierte, weil eben unseren Wohlstand und unseren Reichtum unterstützende, doch nichtsdestotrotz das Ungeliebte.

Ökonomie: Die Lehre vom Umgang mit knappen Ressourcen

Dass diese Sichtweise nicht ganz so zutreffend ist, merkt man an der Frage: Was ist Ökonomie eigentlich? Es ist eben nicht nur die Wirtschaft oder der Profit, sondern es ist vor allem eine Wissenschaft vom Umgang mit Knappheit. Knappheit heißt: Es ist weniger da als wir wünschen. Alle Mittel dieser Welt sind knapp, zuallererst das Geld in unserem Portemonnaie, und damit die Güter, die wir uns davon kaufen können. Aber eben auch nahezu alle anderen Dinge, die uns umgeben – Knappheit ist ein allumfassendes, allgegenwärtiges und zeitloses Phänomen. Nur im Paradies konnte die Menschheit (für einen Moment) der Knappheit entrinnen, doch wir wissen, wie diese Geschichte ausging ... Und eben auch die Umwelt, das, was sie leistet, was sie uns gibt, wovon wir letztlich abhängen, all das wird zunehmend knapp: Arten sterben aus, ihre Vielfalt wird reduziert, und die Umwelt ist schon lange nicht mehr unberührt – sie wird andauernd und nachhaltig genutzt und nicht selten zerstört oder geschädigt. Ihr wird keine Zeit gegeben, sich zu regenerieren. Dabei ist zu beachten, dass sie nicht nur der Lebensraum der Tiere und Pflanzen ist, sondern unser eigener Lebensraum. Um genau den geht es.

Eine ökonomische Betrachtung von Biodiversität ist somit nichts anderes als der Versuch, für Knappheitssituationen Hinweise zum Handeln zu geben. Zu einem ökonomischen Handeln mit dem knappen Gut Biodiversität. Hier ist die Ökonomie stark. Hier kann sie ihren ganzen Erfahrungsschatz und ihre Methodik fruchtbar einbringen. Hier hat sie eine Menge zu bieten.

Entscheidungen und Alternativkosten

Die Ökonomie kann Entscheidungen auf eine systematische Grundlage stellen, indem sie die Vorteile (=Nutzen), die mit der Entscheidung verbunden sind, den Nachteilen (=Kosten) gegenüberstellt. Jede Entscheidung, die wir treffen, ist durch Opportunitäts- oder Alternativkosten gekennzeichnet. Das bedeutet nichts anderes, als das wir auf etwas verzichten, wenn wir uns für etwas entscheiden. Jede Entscheidung für etwas bedeutet daher einen Verzicht auf etwas Anderes: Wenn wir eine Fläche bebauen, etwa für Verkehrsinfrastruktur, Häuser oder Industrieanlagen, steht diese Fläche nicht mehr für den Schutz von Arten oder Ökosystemen zur Verfügung. Die Fläche dient uns zwar als Verkehrs-, Industrie- oder Wohnfläche. Sie kann bestimmte andere Funktionen wie Regulierung von Wasser, Heimat für Tiere und Pflanzen, Regulierung des Mikroklimas usw. dann aber nicht mehr wahrnehmen.



Prof. Dr. Bernd Hansjürgens

Bernd Hansjürgens ist Leiter des Departments Ökonomie am UFZ und Professor für Volkswirtschaftslehre an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Seine Schwerpunkte sind ökonomische Instrumente der Umweltpolitik, Umweltökonomie, Finanzwissenschaft und Neue Institutionenökonomik. Er ist zudem im wissenschaftlichen Koordinationsteam der TEEB-Studie.

e-mail: bernd.hansjuergens@ufz.de



Dr. Heidi Wittmer

Heidi Wittmer ist Agrarwissenschaftlerin und promovierte in Sozialökonomik. Als stellvertretende Leiterin des Departments Umweltpolitik befasst sie sich insbesondere mit partizipativen Entscheidungsprozessen und neuen Formen der Governance in der (globalen) Umweltpolitik. Sie ist außerdem wissenschaftliche Koordinatorin der TEEB-Studie (The Economics of Ecosystems and Biodiversity), die von Pavan Sukhdev (UNEP) geleitet wird.

e-mail: heidi.wittmer@ufz.de



Jede Entscheidung für Etwas bedeutet den Verzicht auf etwas Anderes. Die Ökonomie stellt Entscheidungsprozesse auf eine systematische Grundlage. Beispielsweise steht eine mit Straßen bebaute Fläche nicht mehr für den Schutz von Arten und Ökosystemen zur Verfügung. Foto: Zauberhut – Fotolia.com

Die Ökonomie tut nichts anderes, als dass sie die Unentrinnbarkeit aus diesem Dilemma in den Mittelpunkt ihrer Betrachtung rückt. Sie macht uns darauf aufmerksam, dass es nichts umsonst gibt. Sie schützt uns in diesem Sinne vor Kostenblindheit, das heißt, sie verhindert (oder vermeidet wenigstens), dass bestimmte Kosten unserer Handlungen nicht erkannt werden und daher unberücksichtigt bleiben. Sie verhindert damit zugleich, dass Entscheidungen einseitig getroffen werden.

Warum diese Denkweise – also eine ökonomische – für die Biodiversität hilfreich sein kann, wird klar: Sie schützt vor Verschwendung und sie sorgt dafür, dass wir in der Gesellschaft unsere Ressourcen „sparsam“ und im Bewusstsein ihrer Knappheit einsetzen. Sie trägt damit dazu bei, dass es uns „besser“ geht, dass wir reicher werden und dass es mehr zum Verteilen gibt. Sie trägt dazu bei, Ressourcen „kostengünstig“ einzusetzen und ihren Wert zu erkennen. Und sie hilft, Informationen zu verarbeiten und Entscheidungen an Knappheiten auszurichten. Wenn es tatsächlich gelingt, dass Entscheidungen nach ökonomischen Kosten-Nutzen-Abwägungen getroffen werden, erhalten alle handelnden Akteure – seien es Konsumenten, Produzenten, öffentliche Entscheidungsträger oder wer auch immer – Anreize zum schonenden Umgang mit knappen Mitteln.

In vielen Lebensbereichen sind wir mit dieser Denkweise vertraut. Insbesondere natürlich bei wirtschaftlichen Aktivitäten, wie beim Kaufen oder Verkaufen von Gütern und Dienstleistungen. Für den Erhalt von Natur oder Biodiversität oder bestimmten Ökosystemleistungen hingegen erscheint uns diese Perspektive ungewohnt. Und sie ist auch keineswegs selbstverständlich.

Biodiversität: typischerweise nicht im Entscheidungskalkül enthalten

Die Ökonomie setzt nämlich voraus, dass es Preise und Märkte gibt, die die Knappheiten anzeigen. Hier liegt das Problem: Für Biodiversität gibt es typischerweise – von wenigen Ausnahmen abgesehen – keine solchen Preise und Märkte. Sie hat damit in den Entscheidungen der Akteure allzu oft keinen Wert. Vielmehr fallen ihre Vorteile diffus und in ferner Zukunft an; die Vorteile streuen breit, oft sind sie global und lassen sich nicht einzelnen Personen oder Gruppen zurechnen. Und damit werden sie auch nicht abgegolten.

Damit Knappheiten signalisiert werden sowie Preise und Märkte entstehen, muss die Politik eingreifen. Die Politik muss die Rahmenbedingungen setzen. Und sie muss Entscheidungen über knappe Ressourcen treffen. Sie muss anzeigen, dass ungehemmtes wirtschaftliches Wachstum und Kurzfristdenken ohne den Einbau einer Knappheitsbremse für Biodiversität und Ökosystemleistungen sowie ohne Berücksichtigung langfristiger Interessen nicht funktionieren.

Man stelle sich vor ...

Wie viel wäre gelungen, wenn eine ökonomische Betrachtung dazu beitragen könnte, derartige Knappheiten „angemessen“ zu signalisieren. Was wäre gewonnen? Warum brauchen wir eigentlich ökonomische Werte? Zum einen wegen ihrer Informationsfunktion. Ökonomische Werte machen unterschiedliche Dinge wie „Mensch gemachtes“ und „Natur gemachtes“ Kapital oder verschiedene Arten von Ressourcen vergleichbar. Durch ökonomische Werte können wir unterschiedliche und breit streuende Werte aggregieren. Und wir können neue Märkte schaffen, man denke nur an den

Kohlendioxid-Handel. Vor 20 Jahren gab es diesen Markt nicht und seine Einführung war eine Revolution. Wie großartig wären die Möglichkeiten, wenn es uns gelänge, auch nur ansatzweise solche Märkte im Biodiversitätsbereich zu implementieren? Dadurch setzen wir ganz neue Signale, die sogar zukünftige Werte sichtbar machen, denn Märkte enthalten auch Optionswerte. Man denke hier nur an den Regenwald und das Potenzial für pharmazeutische Produkte. Teilweise reagieren die Pharmaunternehmen bereits. Ökonomische Werte können aber auch dazu beitragen, Armut und soziale Probleme zu bekämpfen: Wenn wir Werte analysieren, fragen wir immer auch, wer den Nutzen und wer die Kosten hat. Und wenn wir für Leistungen die Begünstigten und die Benachteiligten klar identifizieren können, sind wir auch besser in der Lage, soziale Folgen explizit zu berücksichtigen. Das ist ein Gedanke, der hinter der ökonomischen Bewertung steht, der aber oft übersehen wird.

Zugleich, und das sollten wir nicht vergessen, haben ökonomische Werte wie Preise auch eine Lenkungsfunktion. Es wird ein Kompass geliefert: Politiker, Bürger und Unternehmen können ihre Verhaltensweisen an den „neuen“ Werten orientieren. Bei Entscheidungen wird besser abgewogen und schonender mit Naturressourcen umgegangen. Das ist mit dem Begriff Kompass umschrieben. Außerdem besteht die Möglichkeit, Zielkonflikte (Trade-offs) sichtbar und damit auch besser verhandelbar zu machen. Wir könnten beispielsweise gegenüberstellen: Wenn eine Kommune kein Industriegebiet ausweist, was kostet das und was ist andererseits damit gewonnen? Bisher sind solche Entscheidungen systematisch verzerrt, weil kein kalkulierbarer Wert für Natur oder Naturleistungen vorliegt. Wenn es uns gelingt, hier weiterzukommen, werden die Entscheidungen in unserem marktwirtschaftlichen, dezentralen Entscheidungssystem auf eine bessere (transparentere) Ebene gehoben – und dadurch sind bessere Entscheidungen möglich.

Insofern sind Biodiversität und Ökonomie keine Gegensätze. Ganz im Gegenteil: Die Biodiversität kann gewinnen, wenn eine stärkere ökonomische Sichtweise eingenommen wird. So wird ein ganz neuer Steuerungsimpuls gesetzt, der dazu beiträgt, dass der Verlust von Biodiversität und Ökosystemfunktionen endlich gebremst wird. ■

► zu diesem Thema finden Sie einen Hörbeitrag auf beiliegender CD oder im Internet: www.ufz.de/podcasts-biodiversitaet

Referenzen (Auswahl):

Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen (WBGU) (1999): Welt im Wandel. Umwelt und Ethik. Sondergutachten 1999, Marburg: Metropolis-Verlag, 149 Seiten
Ein kleines Büchlein, das sehr gut den ökonomischen Bewertungsansatz in ethische Grundsätze einbettet und Aussagen zu den Möglichkeiten und Grenzen des ökonomischen Bewertungsansatzes macht; auch heute noch sehr empfehlenswert.

Peter Weise u.a. Neue Mikroökonomie, 4. Auflage, Heidelberg: Physica-Verlag 2005
Ein Lehrbuch der Mikroökonomik, das in besonderer Weise die Grundlagen des ökonomischen Ansatzes, das heißt das Denken in Alternativkosten und die Bedeutung von trade-offs deutlich macht. Mit zahlreichen Beispielen aus allen Lebensbereichen des menschlichen Verhaltens; sehr spannend geschrieben im Fragen- und Antwortstil; daher sehr empfehlenswert, insbesondere Kapitel 2: „Knappeheit, Alternativkosten und Diskriminierung“ – S. 11–44



Die Ökonomie ist nicht nur Gewinnstreben, Profit, Börsencrash und Finanzkrise. Vielmehr ist sie in erster Linie eine Wissenschaft vom Umgang mit Knappheit. Foto: Dan Race – Fotolia.com

TEEB – The Economics of Ecosystem and Biodiversity:

- Interim Report (2009)
- TEEB-D1 für nationale und internationale Entscheidungsträger (11/2009)
- TEEB-D2 für lokale und regionale Entscheidungsträger (09/2010)
- TEEB-D3 für Unternehmen (07/2010)
- TEEB-D4 für Bürger (www.teeb4me.com, 10/2010)
- TEEB-D0 ökologische und ökonomische Grundlagen (10/2010)
- TEEB-Synthesebericht (10/2010)

Die TEEB-Studie ist die zentrale Studie zum Thema Biodiversität und Ökonomie. Sie versucht, durch eine ökonomische Perspektive auf die Biodiversität zu einem stärkeren Schutz bzw. einem Anhalten des Rückgangs von Biodiversität und Ökosystemleistungen beizutragen. www.teebweb.org

Melanie Chateaux, Bernd Hansjürgens, Christoph Schröter-Schlaack, (2010): Ökonomische Aspekte von Ökosystemen und Biodiversität, in: Die Volkswirtschaft 83 (9), S. 17–20.

Hansjürgens, Bernd (2009). Inwertsetzung von Ökosystemleistungen, in: Michael Otto Stiftung (Hrsg.): Natur frei Haus. Hamburger Gespräche, für Naturschutz 2009, Hamburg: Michael Otto Stiftung, S. 22–26.

Schäfer, Achim (2009). Moore und Euros - die vergessenen Millionen, in: Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 43 (4), S. 156 – 160.

Memorandum: Ökonomie für den Naturschutz. Wirtschaften im Einklang mit Schutz und Erhalt der biologischen Vielfalt. Greifswald, Leipzig, Bonn, August 2009.

BIODIVERSITÄT UND KLIMAWANDEL



Dr. Ingolf Kühn

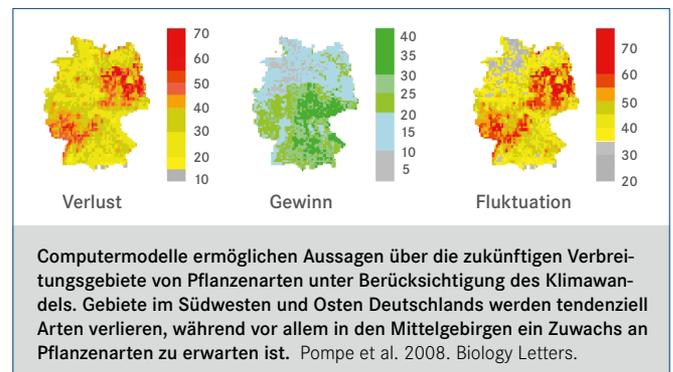
Der Biologe ist Leiter der Arbeitsgruppe Makroökologie im Department Biozönoseforschung am UFZ in Halle. Seine Forschungsschwerpunkte sind biologische Invasionen sowie Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt, insbesondere die Pflanzenwelt.

e-mail: ingolf.kuehn@ufz.de

Wie viel Klimawandel vertragen unsere Pflanzen und Tiere? Oder besser, wie verändert sich die Zusammensetzung unserer Flora und Fauna unter dem Klimawandel? Verschiedene Klimaszenarien gehen von einer Erwärmung von zirka zwei bis über vier Grad Celsius bis 2100 aus. Das gefährdet aller Wahrscheinlichkeit nach eine Vielzahl von Arten in ihren aktuellen Lebensräumen. Allein für Europa prognostizieren Modelle von Kollegen aus dem EU-Projekt ALARM (Assessing LArge scale environmental Risk for biodiversity with tested Methods) bei einem extremen Temperaturanstieg von über vier Grad Celsius, dass etwa 20 Prozent der Arten über 80 Prozent ihres derzeitigen Verbreitungsgebietes verlieren könnten.

Zwar ist die Wanderung zu anderen Wuchsorten potenziell möglich, jedoch variieren die Aussagen über die Wanderungsgeschwindigkeit und die Anpassungsfähigkeit der Arten. Ob diese mit der Geschwindigkeit des klimatischen Wandels mithalten können, bleibt also eine offene Frage. Doch was ist auf diesem Hintergrund speziell für die deutsche Flora zu erwarten? Sowohl in zeitlichen als auch in räumlichen Dimensionen konnten bereits Reaktionen von Pflanzenarten festgestellt werden. Besonders auffällig sind Veränderungen der Verbreitungsmuster von Arten an Kältengrenzen, also in den Mittelgebirgen und Alpen. Für den Naturschutz offenbaren sich dadurch neue Herausforderungen. Neben haushaltseigener Forschung und dem zuvor genannten EU-Projekt ALARM bearbeitete das UFZ daher weitere Projekte sowohl für die EU (z. B. MACIS: Minimization of and Adaptation to Climate change Impacts on biodiverSity) als auch für das Bundesamt für Naturschutz („Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora“, „Schutzgebiete Deutschlands im Klimawandel – Risiken und Handlungsoptionen“).

Die Zukunft können wir nicht vorhersagen. Daher müssen wir für die Analyse möglicher zukünftiger Verbreitungsgebiete von Pflanzenarten genauso auf Computermodelle zurückgreifen, wie das auch die Klimaforschung macht. Die Modelle liefern Trends als Folge der Änderung von Klima- oder Landnutzungsbedingungen in einem Gebiet auf der Grundlage unterschiedlicher Szenarien. Damit ermöglichen sie Aussagen über den möglichen Verlust oder Zugewinn des Areals einer Pflanze. Diese Szenarien der zukünftigen Entwicklung beruhen jedoch auf plausiblen Annahmen, in welche Richtung sich die Weltwirtschaft entwickeln kann. Die Weichenstellungen für die zukünftige wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung



sind daher von entscheidender Bedeutung. Diese beeinflussen die Freisetzung von Kohlendioxid und anderer Klimagase, die auf die Temperatur und weitere Klimaelemente wirken und damit auch die Verbreitung von Arten beeinflussen.

Gewinner und Verlierer

Ein einfaches Zahlenspiel auf der Basis der am weitesten verbreiteten Klimaszenarien kann die möglichen Konsequenzen für die Flora verdeutlichen. Diese repräsentieren in vereinfachter Weise drei mögliche Temperaturentwicklungen: etwa plus zwei, plus drei oder plus vier Grad Celsius bis zum Ende des Jahrhunderts. Modellrechnungen des UFZ ergaben, dass zwischen 8 Prozent und 24 Prozent der einheimischen Arten mehr als 80 Prozent ihres gegenwärtigen Areals verlieren. Klimabedingt reagieren alpine Vertreter wie Alpen-Hornkraut (*Cerastium alpinum*) besonders sensibel und verlieren im Modell (+4 °C) über 70 Prozent des Verbreitungsgebietes. Weitere Beispiele für potenziell stark durch Klimawandel gefährdete Arten sind die Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*), die Zimt-Rose (*Rosa majalis*), der Alpen-Hahnenfuß (*Ranunculus alpestris*), der Blaue Eisenhut (*Aconitum napellus*) oder die Gelbe Wiesenraute (*Thalictrum flavum*).

Unter dem Extremszenario verschwinden bis zu fünf Prozent der getesteten Arten komplett aus ihrem Areal in Deutschland. Aber auch umgekehrte Effekte treten auf – wenngleich weit geringer: Laut Modell könnten bis zu 20 Prozent (+2 °C) der Arten über die Hälfte der Fläche ihres derzeitigen Areals dazu gewinnen. Potenzielle Gewinner sind z. B. die Echte Walnuss (*Juglans regia*), die Glänzende Wiesenraute (*Thalictrum lucidum*), die Büschel-Miere (*Minuartia rubra*) oder die Flaum-Eiche (*Quercus pubescens*). Dass eine Art diesen neuen Raum in Zukunft tatsächlich erreichen kann, bleibt aber rein hypothetisch.

Bei den Modellszenarien fallen deutliche regionale Unterschiede der Auswirkungen auf: Vor allem in Bereichen Ost- und Südwestdeutschlands können die größten Veränderungen durch das Verschwinden von Arten aus ihrem bisherigen Areal auftreten. Die projizierte Änderung der Niederschlagsmuster und Temperaturen in den kommenden Jahrzehnten hat somit einen großen Einfluss auf die lokale Artenvielfalt.

Obwohl es in weitaus größerem Maße zum Verlust einheimischer Arten kommt, kann ein Teil auch durch potenzielle Zuwanderung neuer Arten aus angrenzenden Gebieten ausgeglichen werden. Sofern die neuen Arten in den angrenzenden Gebieten heimisch sind, sollten sie auch bei uns als heimisch unter neuem Klima betrachtet werden. Allerdings profitieren gebietsfremde Arten, die ökologische, ökonomische oder gesundheitliche Probleme bereiten können, weitaus mehr vom Klimawandel als seltene heimische Arten. ■

Referenzen (Auswahl):

Bergmann J., Pompe S., Ohlemüller R., Freiberg M., Klotz S., Kühn I. (2010): The Iberian Peninsula as a potential source for the plant species pool in Germany under projected climate change. *Plant Ecology* 207: 191–201.

Pompe S., Badeck F.-W., Hanspach J., Klotz S., Thuiller W., Kühn I. (2008): Projecting impact on plant distributions under climate change – a case study from Germany. *Biology Letters* 4: 564 – 567.

Pompe S., Hanspach J., Badeck F.-W., Klotz S., Bruehlheide H.,



Der Blaue Eisenhut und die Sumpfdotterblume sind zwei Beispiele von Pflanzenarten, die durch den Klimawandel potenziell stark gefährdet sind.

links oben: Blauer Eisenhut (*Aconitum napellus*). Das Verbreitungsgebiet des Blauen Eisenhuts liegt in den Mittelgebirgen und den Alpen.

Foto: emer – Fotolia.com

links unten: Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*). Die Sumpfdotterblume kommt an feuchten Standorten vor. Foto: Rainer Tagwercher – Fotolia.com

rechts: Wenngleich weit geringer, wird es nach den Computermodellen auch Pflanzenarten geben, die ihre Verbreitungsgebiete ausdehnen. Ein Beispiel ist die Echte Walnuss (*Juglans regia*).

Kühn I. (2011): Investigating habitat-specific co-occurrence of plant species under climate change. *Basic and Applied Ecology*, im Druck (doi: 10.1016/j.baae.2010.08.007).

Schweiger O., Biesmeijer J.C., Bommarco R., Hickler T., Hulme P.E., Klotz S., Kühn I., Moora M., Nielsen A., Ohlemüller R., Petanidou T., Potts S.G., Pysek P., Stout J., Sykes M.T., Tscheulin T., Vila M., Walther G.-R., Westphal C., Winter M., Zobel M., Settele J. (2011): Multiple stressors on biotic interactions: how climate change and alien species interact to affect pollination. *Biological Reviews* 85: 777–795

Schweiger O., Heikkinen R.K., Harpke A., Hickler T., Klotz S., Kudrna O., Kühn I., Pöyry J., Settele J. (2011): Increasing range mismatching of interacting species under global change is related to species traits. *Global Ecology and Biogeography*, im Druck.

Schweiger O., Settele J., Kudrna O., Klotz S., Kühn I. (2008): Climate change can cause spatial mismatch of trophically interacting species. *Ecology* 89: 3472–3479.

Thuiller W., Lavorel S., Araujo M.B., Sykes M.T. & Prentice I.C. (2005): Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102 (23): 8245–8250.

Walther G.-R., Roques A., Hulme P.E., Syke, M.T., Pysek P., Kühn I., Zobel M., Bacher S., Botta-Dukát Z., Bugmann H., Czúcz B., Dauber J., Hickler T., Jarosík V., Kenis M., Klotz S., Minchin D., Moora M., Nentwig W., Ott J., Panov V.E., Reineking B., Robinet C., Semchenko V., Solarz W., Thuiller W., Vila M., Vohland K., Settele J. (2009): Alien species in a warmer world – risks and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 686–693.



PD Dr. Josef Settele

Der promovierte Agrarwissenschaftler und habilitierte Ökologe koordinierte im Team mit anderen Wissenschaftlern das größte EU-Projekt zur terrestrischen Biodiversitätsforschung (ALARM) und leitet die Arbeitsgruppe Tierökologie im Department Biozönoseforschung am UFZ. Josef Settele ist außerdem als koordinierender Leitautor für den fünften Sachstandsbericht des IPCC berufen worden.

e-mail: josef.settele@ufz.de

Es gibt einen Bereich in unserem täglichen Leben, der nahezu ausschließlich mit Biodiversität zusammenhängt und uns dennoch in aller Regel überhaupt nicht als solcher bewusst ist: die Landwirtschaft. Man könnte sie sogar als das Hauptgebiet der angewandten Biodiversitätsforschung bezeichnen.

Die Landwirtschaft entwickelte sich historisch aus der Auswahl von Pflanzen und Tieren, die für den Menschen positive und somit nutzbare Eigenschaften aufwiesen. Durch züchterische Maßnahmen entstanden immer mehr Pflanzensorten und Tierrassen, die ganz bestimmte Anbaubedingungen voraussetzten und Ansprüchen in der menschlichen Ernährung genügen sollten. Weltweit entstand so eine große Vielfalt von Arten, auch als Agro-Biodiversität bezeichnet. Diese Agro-Biodiversität umfasst jedoch nicht nur die vom Menschen direkt und gezielt ausgewählten Arten, sondern auch Arten, die sich parallel in den von Menschen geschaffenen Landschaften entwickelten. Auch diese Arten „bewertete“ der Mensch bezüglich ihrer Eigenschaften. Waren sie nutzbar (beispielsweise Heilpflanzen), dann handelte es sich um willkommene Nebenprodukte der Anbausysteme. Waren sie bei erster Betrachtungsweise ohne Nutzen oder im ungünstigeren Falle gar Konkurrenten um die Nutzgüter, gehörten sie schnell in die Kategorie „Unkraut“ oder „Schädling“.



In der Frühzeit rodeten Menschen die Urwälder Europas. Im Laufe von Jahrtausenden entstanden kleinteilig strukturierte Kulturlandschaften mit einer hohen Artenvielfalt wie diese Landschaft in Südengland.

Die europäische Agrar- und Kulturlandschaft und die Biodiversität

Schon in der Frühzeit begann der Mensch, die ursprüngliche Vegetation zu verändern und zu entfernen. Er holzte beispielsweise Wälder ab, um immer größere Flächen nutzbar zu machen. Es entstanden schließlich vollständig vom Menschen dominierte Agrarlandschaften. Diese Landschaften werden zu Recht als „Kulturlandschaften“ bezeichnet, denn sie weisen komplexe und vielseitige Wechselwirkungen von Mensch und Ökosystem auf. Sie bestanden aus vielen kleinen Einheiten und waren reich strukturiert, weil nur begrenzte menschliche Arbeitskraft und relativ einfache technische Ausstattung zur Verfügung standen und damit eine einheitliche Nutzung stets nur auf kleinen Flächen möglich war. So entstand ein

Mosaik aus unterschiedlich genutzten Äckern, Wiesen und Weiden. Nahezu jedes „Entwicklungsstadium“ war zu jeder Zeit vertreten: In Mitteleuropa beispielsweise Wiesen, die meist nur ein- bis maximal zweimal jährlich – gemäht wurden. Oder Weiden, auf denen Vieh in geringer Besatzdichte nur für kurze Zeit weidete, bevor der Hirte es auf die nächste Fläche führte. Unter einer solchen Nutzung konnten sich viele Pflanzen und Tiere auf der Landschaftsebene halten und durch spezifische Anpassungen sogar weiterentwickeln. Sie fanden innerhalb eines relativ kleinen Umfeldes stets günstige Bedingungen. Einige Nutzungstypen trugen in ganz besonderer Weise zur Bereicherung der Artenvielfalt bei, die der Mensch vor allem auch aus kulturell-ästhetischen Gründen schätzte und deshalb zu schützen versuchte. Das Forschungsgebiet, das sich mit dieser Thematik befasst, nennt sich „anthropogene Evolution“.

Aus der Landwirtschaft entstandene Diversität

Weiden und Wiesen dienten in Europa und auch anderswo stets der Erzeugung von Milch und Fleisch – für den Menschen eine wichtige Ergänzung zur pflanzenbasierten Ernährung. Die Weide- und Wiesenwirtschaft war mehr auf Qualität als auf Quantität ausgerichtet. Auf diesen Flächen gelangte z. B. grundsätzlich weniger Dünger auf und in die Böden. Gerade auf den für die Tierproduktion genutzten Flächen konnte sich daher eine große Vielfalt von Pflanzen und Tieren entwickeln, die die Landschaft bereicherte. Allen voran sind hierbei in Mitteleuropa unter trocken-warmen Bedingungen die so genannten Halbtrockenrasen hervorzuheben, während unter kühl-feuchten Verhältnissen beispielsweise so genannte „Streuwiesen“ sich durch eine geradezu strotzende Biodiversität auszeichnen.



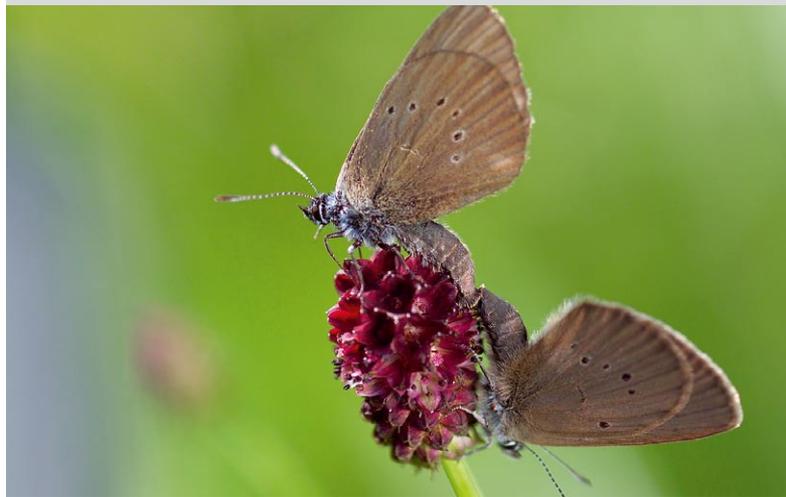
Schäfer mit Schafherde in der Lüneburger Heide.
Foto: crimson – Fotolia.com

Schutz durch Nutzung

Für solche Lebensräume typisch sind beispielsweise die am UFZ intensiv seit Jahren erforschten Ameisenbläulinge – Schmetterlinge, die (größtenteils) durch die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) geschützt sind und ein wesentliches Rückgrat des europäischen Natura 2000-Netzwerkes darstellen. Diese Falter zeichnen sich, wie fast alle Bewohner von Wiesen und Weiden, dadurch aus, dass sie für ihr Überleben auf die Nutzung dieser Lebensräume angewiesen sind. Wird die Nutzung aufgegeben, wachsen die Lebensräume zu und werden von Sträuchern oder Bäumen dominiert, die den zuvor anwesenden Pflanzen und somit auch Tieren keinen Raum mehr lassen. Wird die Nutzung intensiviert, verschieben sich die Konkurrenzbedingungen derart, dass völlig andere Arten dominant



Die Erzeugung von Milch und Fleisch ging einher mit einer Weide- und Wiesenwirtschaft. Gerade auf diesen Flächen entwickelte sich eine große Artenvielfalt an Pflanzen und Tieren. Foto: Claudia Stein/UFZ



Ameisenbläulinge sind Schmetterlinge, die in ihrer Raupenphase den größten Teil ihres Lebens in Nestern ganz bestimmter Ameisen verbringen und sich von diesen füttern lassen bzw. sich aktiv von der Ameisenbrut ernähren. Zudem benötigen die Falter zu Beginn ihres komplexen Lebenszyklus für die jungen Raupen ganz bestimmte Pflanzen, die für einige Arten dieser Bläulinge eher in trocken-warmen Bedingungen auftreten, während sie für andere Ameisenbläulinge nur im eher feuchten Milieu zu finden sind. Foto: Josef Settele/UFZ

werden, die beispielsweise mit höheren Mahdhäufigkeiten oder mehr Stickstoff wesentlich besser zurechtkommen. Sie verdrängen die an die vorhergehende Nutzung angepassten Arten. Ähnliche Effekte hat auch eine Umstellung der Nutzung auf ganz andere Systeme (wie beispielsweise den viel diskutierten Energiepflanzen-Anbau). Im Falle der Ameisenbläulinge spielen Zeitpunkt und Häufigkeit der Mahd eine entscheidende Rolle, ebenso aber auch die Anordnung der Lebensräume und die Variabilität der Nutzung auf der Landschaftsebene.

Landwirtschaft, Biodiversität und persönliches Wohlergehen

Für viele Menschen ist eine sie umgebende biologische Vielfalt etwas Wünschens- und Erstrebenswertes (siehe auch Kapitel Biodiversität und Ethik). Nicht zuletzt deshalb ist das Bestreben oft groß, den eigenen Garten vielfältig zu gestalten. Doch nicht nur das subjektiv optisch als schön Empfundene spricht uns an. Ganz allgemein scheinen uns bizarre oder interessante Zusammenhänge zu faszinieren und den Zugang zur Vielfalt zu eröffnen. Studien

des UFZ zeigen am Beispiel der Ameisenbläulinge, dass die lokale Bevölkerung, in deren Gebiet die Tiere auftreten, grundsätzlich bereit wäre, Mittel dafür aufzubringen, die Tiere in ihrer direkten Umwelt zu erhalten (also die entsprechend nötige Wiesennutzung zu unterstützen) – selbst dann, wenn es extrem unwahrscheinlich ist, die Falter aufgrund ihrer sehr geringen Vorkommensdichte je zu Gesicht zu bekommen. Lediglich das Wissen um eine derart bizarre Ökologie einer Art würde die Menschen dazu bewegen, entsprechende landwirtschaftliche Aktivitäten zu deren Erhalt zu unterstützen. Im Umkehrschluss trägt also selbst bei den kaum auffindbaren Ameisenbläulingen das Wissen um deren Anwesenheit im eigenen Wohnumfeld zum menschlichen Wohlbefinden bei. Umso mehr ist das natürlich der Fall, wenn es sich um gut sichtbare und optisch schöne Elemente der Artenvielfalt handelt. Eine Kombination aus diesen beiden Aspekten – Wissen und Ästhetik – dürfte auch der Hauptantrieb für viele ehrenamtliche Zähler sein, beim vom UFZ und der Gesellschaft für Schmetterlingsschutz koordinierten Tagfalter-Monitoring mitzumachen – und in diesem Rahmen auch und gerade landwirtschaftlich genutzte Flächen zu erfassen (ganz gleich, ob schöne Halbtrockenrasen oder artenarme Fettwiesen).

Vermittlung von Wissen – Biodiversität, Psychologie und Landwirtschaft

Obwohl einige Argumente für einen reduzierten Einsatz von Pestiziden sprechen, setzen zahlreiche Landwirte weiterhin viel mehr Pestizide ein als nötig. Es ist offensichtlich nicht leicht, Verhaltensän-



Es gibt in vielen Anbausystemen Hinweise darauf, dass der Einsatz von Pestiziden gegen Schädlinge unbeabsichtigte Nebeneffekte hat. Die natürlichen Feinde von Schädlingen erholen sich in den nachfolgenden Generationen häufig weniger schnell als die eigentlichen „Schädlinge“.

derungen in bestimmten Gruppen der Bevölkerung zu bewirken. Die hier wirkenden Mechanismen sind komplex und bedürfen weiterer sozialwissenschaftlicher Studien. In Vietnam ist es für die Bauern z. B. nicht entscheidend, das notwendige Geld für den Pestizid-Kauf einzusparen. Sie wollen Zeit gewinnen, um zusätzlichen Aktivitäten nachgehen zu können, beispielsweise einer umfangreicheren Hühnerhaltung.

Auch die Diskussion rund um gentechnisch veränderte Nutzpflanzen und die Argumentation der Befürworter, so den Pestizideinsatz

reduzieren zu können, erscheint mit dem „ecological engineering“ in einem neuen Licht. Denn werden Pestizide kaum oder gar nicht mehr eingesetzt, kann auf den Einsatz von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen hier auch verzichtet und zugleich die Unabhängigkeit der Bauern von großindustriellen Agrarprodukten besser gewahrt werden.

Für Biodiversität und Landwirtschaft gibt es nur eine gemeinsame Zukunft

Das Verhältnis von Landwirtschaft und Biodiversität hat viele Facetten, die diesen Themenbereich häufig zum Gegenstand erhitzter Debatten machen. Bei nüchterner Betrachtung kristallisiert sich aber sehr deutlich heraus, dass der Schutz der Biodiversität ein zentrales Anliegen von Landwirten wie großen Teilen der Gesellschaft gleichermaßen sein dürfte. Einer derartig zusammengesetzten Allianz sollte es viel besser gelingen, zum Erhalt der natürlichen wie kulturellen Komponenten des Biodiversitäts-Erbes beizutragen, als es durch Betonung von Einzelinteressen je möglich sein wird. ■

► zu diesem Thema finden Sie einen Hörbeitrag auf beiliegender CD oder im Internet: www.ufz.de/podcasts-biodiversitaet

Referenzen (Auswahl):

- Drechsler M, Wätzold F, Johst K, Bergmann H, Settele J (2007). A model-based approach for designing cost-effective compensation payments for conservation of endangered species in real landscapes. *Biological Conservation* 140: 174 – 186.
- Potts SG, Roberts SPM, Dean R, Marris G, Brown M, Jones R, Settele J (2010). Are managed honeybees declining in Europe? *J. Apicultural Research* 49: 15–22.
- Settele J, Kühn E (2009). *Insect Conservation*. *Science* 325: 41–42.
- Settele J, Biesmeijer K, Bommarco R (2008). Switch to ecological engineering would aid independence. *Nature* 456: 570.
- Biesmeijer JC, Roberts SPM, Reemer M, Ohlemüller R, Edwards M, Peeters T, Schaffers AP, Potts SG, Kleukers R, Thomas CD, Settele J, Kunin WE (2006). Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313: 351–354.
- Brittain CA, Vighi M, Bommarco R, Settele J, Potts SG (2010). Impacts of a pesticide on pollinator species richness at different spatial scales. *Basic and Applied Ecology* 11: 106 – 115.
- Gallai N, Salles J-M, Settele J, Vaissière BE (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted to pollinator decline. *Ecological Economics* 68: 810 – 821.
- Spangenberg J, Settele J (2009). Biofuels: Steer Clear of Degraded Land. *Science* 326: 1346.

Neben dem direkten landwirtschaftlichen Nutzen der Biodiversität in Form von Kulturpflanzen und Nutztieren sowie neben Aspekten des Wohlbefindens und der Ethik gibt es ein breites Feld, in dem die Artenvielfalt für beide Aspekte wesentliche Dienstleistungen erbringt. Aus diesem Bereich sind zwei Beispiele im besonderen Fokus der UFZ-Forschung, die Bestäubung und die biologische Schädlingsbekämpfung:



Beispiel 1: Bestäubung – eine oft unterschätzte und für selbstverständlich gehaltene Dienstleistung der Biodiversität für die Landwirtschaft

Es ist allseits bekannt, dass Bienen dem Menschen direkt nutzen, indem sie ihn mit Honig versorgen. Schon weniger bekannt ist, dass dies eher ein Neben-Schauplatz ist und dass den kleinen Stechimmen (weiblichen Bienen) eine viel größere Bedeutung für die Bestäubung von Wild- und Kulturpflanzen zukommt. Bienen, sowohl die meist domestizierte Honigbiene als auch hunderte nicht-sozial lebende Wildbienenarten, daneben die wiederum sozial lebenden Hummeln sowie Schwebfliegen und Schmetterlinge sorgen dafür, dass nahezu alle Blütenpflanzen sich vermehren. Letztlich blühen diese meist ja nur, um eben diese Insekten anzulocken.

Wissenschaftler fanden im Rahmen des vom UFZ koordinierten ALARM-Projektes heraus, dass es eine sehr enge Abhängigkeit von Wildbienen und vielen der auf sie angewiesenen und spezialisierten Wildpflanzen gibt. Das führt dazu, dass sich die derzeit zu beobachtenden Rückgänge von Pflanzen und Bestäubern gegenseitig wie in einem Teufelskreis verstärken. Da die vom Menschen als selbstverständlich in Anspruch genommene Dienstleistung der Bestäubung von hohem ökonomischem Wert ist (weltweit über 150 Milliarden Euro jährlich), müssen wir Menschen uns aus ureigenstem Interesse Gedanken um den Erhalt der Bestäuber machen – zumal der Rückgang nicht nur die solitären Bienen und Hummeln, sondern auch die Honigbiene betrifft. Die Relevanz des Schutzes der Biodiversität wird hier offenkundig. Und leider ist ein wesentlicher Grund für den Rückgang der Bestäuber ausgerechnet in der Landwirtschaft zu suchen, die eigentlich sehr von deren Leistungen profitiert. Der übermäßige Einsatz von Pestiziden ist nach wie vor ein wichtiger Faktor, der zur Vernichtung der Bienen mit beiträgt.



Beispiel 2: Natürliche Schädlingsbekämpfung – ein Element des „ecological engineering“

In vielen landwirtschaftlichen Anbausystemen gibt es ernst zu nehmende Hinweise, dass durch die Bekämpfung von so genannten „Schädlingen“ mit Pestiziden die „Nützlinge“ – also die natürlichen Gegenspieler der Schädlinge – gleich mit vernichtet werden. Die Vernichtung der Nützlinge hat aber einen Nebeneffekt, der erst viel später deutlich wird. In der nächsten Generation entwickeln sich die Nachkommen der Schädlinge schneller, da die natürlichen Feinde nahezu fehlen. Am Ende sind die Probleme durch den Pestizideinsatz größer als zu Beginn. In einer engen Kooperation mit Partnern in Asien, vor allem mit Kollegen des IRRI (International Rice Research Institute) auf den Philippinen, versuchen UFZ-Wissenschaftler derzeit den Hauptgründen dieses Phänomens im bewässerten Reisanbau auf die Spur zu kommen. Es zeichnet sich ab, dass ein weitgehender Verzicht auf Pestizide in der Summe höhere Erträge bringt und man zudem die Kosten für die Chemikalien einsparen kann. Neben den geringeren Umweltbelastungen reduziert sich auch die direkte Beeinträchtigung der Gesundheit der Landbevölkerung. Zudem scheint eine vielfältige Kulturlandschaft die Effektivität der natürlichen Feinde zu erhöhen, da sie gute Lebensbedingungen aufweist. Damit stehen die Nützlinge auf einem hohen Niveau bereit, um den potenziellen Ausbruch von Schädlingen im Keim zu ersticken oder zumindest stark zu verzögern und zu reduzieren. Die Maßnahmen, die zur Reduktion dieser Schädlinge beitragen, werden auch als „ecological engineering“ bezeichnet.



Prof. Dr. Dietrich Borchardt

Er ist Leiter des Departments Aquatische Ökosystemanalyse am UFZ in Magdeburg und Inhaber des gleichnamigen Lehrstuhls an der TU Dresden. Seine Forschungsschwerpunkte sind ökologische Wirkungszusammenhänge in Gewässern, ökologische Modellierung und Integriertes Wasserressourcenmanagement (IWRM).
e-mail: dietrich.borchardt@ufz.de

Kaum ein anderes Ökosystem Mitteleuropas hat mehr unter dem Einfluss des Menschen gelitten als Fließgewässer und Seen – und mit ihnen deren natürliche Lebensgemeinschaften und damit die biologische Vielfalt. Ihr heutiger Zustand ist das Ergebnis zahlreicher Eingriffe durch den Menschen über einen langen Zeitraum. Im Mittelalter begann die Entwaldung und mit ihr die Bodenerosion. Mit fortschreitender Industrialisierung und rapide ansteigender Bevölkerungsdichte erreichte die Gewässerbelastung im 19. Jahrhundert ein vorher nicht gekanntes Ausmaß. Verantwortlich waren vor allem die Einleitungen ungeklärter Abwässer und die Flurbereinigung mit Grundwasserabsenkungen und Gewässerausbau. Wasserwirtschaftliche Maßnahmen waren über mehr als ein Jahrhundert technisch orientiert: Oberflächengewässer, insbesondere Fließgewässer, waren Vorfluter. Sie hatten die Schmutz- und Schadstoffe der flächendeckend errichteten Schwemmkanalisationen aufzunehmen. Sie dienten als Abflüsse, um Kulturlandschaften zu entwässern und Nutzflächen zu gewinnen. Inzwischen befinden sich die Wasserressourcen und Gewässer vieler Länder der Welt in einem historisch vergleichbaren Zustand.

Oberflächengewässer als Hotspots der Biodiversität

Obwohl die Stand- und Fließgewässer nicht einmal ein Zehntausendstel des Wasservolumens der Erde beinhalten, leben in ihnen zwölf Prozent aller bekannten Arten. Zirka 41 Prozent der Fischarten und 25 Prozent aller Wirbeltierarten sind mehr oder minder direkt von Süßwasserökosystemen abhängig, wobei die Binnengewässer der Erde wiederum nur einen proportional sehr geringen Teil der Erdoberfläche bedecken. Die Biodiversität in Gewässern wurde bisher aufgrund mangelnder Daten allerdings nicht in ihrer Gesamtheit beschrieben. Es gibt jedoch deutliche Hinweise, dass Fließgewässer Hotspots der Biodiversität sind. Eines der am intensivsten untersuchten Fließgewässer ist der Breitenbach im Hessischen Bergland bei Schlitz. Er wurde über 50 Jahre von Wissenschaftlern der Limnologischen Flusstation der Max-Planck-Gesellschaft bearbeitet, und in dieser Zeit wurden über 1.000 wirbellose Tierarten nachgewiesen, mehr als die Hälfte davon Wasserinsekten.

Die Biodiversität in Süßgewässern lässt sich nur erahnen. Aufgrund der Isolation vieler Oberflächengewässer sind im Laufe der Evolution sehr viele endemische Arten entstanden, das heißt, sie kommen nur in ganz bestimmten Gewässern vor. So leben rund 10.000 (also 40 Prozent) der weltweit 25.000 Fischarten in Binnengewässern. Umgerechnet auf das jeweilige Wasservolumen, macht das eine Art auf 100.000 Kubikkilometer Wasser in den Ozeanen bzw. eine Art auf 15 Kubikkilometer Wasser in den Binnengewässern. Berechnet auf das Volumen, kommen in Süßgewässern also ungefähr sieben-tausendmal mehr Arten vor. Und wenn man bedenkt, dass in Gewässern vor allem mikroskopisch kleine Organismen wie Pilze, Bakterien, Algen und Vertreter der Mikro- (Protozoen, kleine mehrzellige Algen) sowie Meiofauna (größere mehrzellige Algen) maßgeblich für die Artenvielfalt sind, dann lässt sich die Bedeutung der Oberflächengewässer als Hotspots der Biodiversität annähernd erahnen.

DER RHEIN – EIN DRASTISCHES BEISPIEL

Der Rhein wurde im 19. Jahrhundert in großem Stile begradigt. Allein zwischen 1817 und 1876 kürzten die Menschen die Flusslänge zwischen Basel und Mannheim um ein Viertel. Die meisten Seitenarme wurden durch Dämme abgetrennt und trockengelegt. 1925 begann der Bau des Rheinseitenkanals, der dem Rhein an einzelnen Stellen einen Großteil des Wassers entzieht. Die weit verzweigten Flussarme wurden auf ein einziges Gerinne reduziert, Flussgerölle entfernt, die Ufer befestigt und praktisch vollständig von den Landökosystemen abgekoppelt. Die Wassertiefe, die Fließgeschwindigkeit, die Temperatur, der Sedimenttransport, die chemische Zusammensetzung des Wassers und der Sauerstoffgehalt haben sich nach den Flussverbauungen weitgehend verändert. Entlang des Rheins dienten Staudämme zur Wasserkraftnutzung und Verbesserung der Schifffahrt. All das führte zu einer fast vollständigen Fragmentierung des Flusses in voneinander isolierte Abschnitte. Das hatte zur Folge, dass so genannte Langdistanzwanderfische wie der Lachs, Maifisch oder Stör ausstarben, denn sie hatten keine Chance mehr, ihre angestammten Laich- und Aufwuchsgebiete zu erreichen.

Seit der industriellen Revolution und insbesondere nach dem 2. Weltkrieg verschlechterte sich zudem die Wasserqualität des Rheins dramatisch und erreichte in den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts ihren Tiefpunkt. Entsprechend drastisch waren die Artenverluste: Von den vormals über 180 Arten an wirbellosen Organismen konnten nur noch etwa 20 Arten gefunden werden. Durch den systematischen Ausbau kommunaler und industrieller Kläranlagen und weitere Umweltauflagen wie dem Verbot zahlreicher Chemikalien konnte dieser Trend aber umgekehrt werden. Die biologische Vielfalt erholte und erhöhte sich wieder, und selbst die gravierende Wasserverschmutzung durch Lösch-

wasser beim Großbrand der Firma Sandoz in Schweizerhalle im Jahr 1986 hatte keinen dauerhaften Einfluss auf die Regeneration des Rheins. Mit der Eröffnung des Rhein-Main-Donau-Kanals im Jahr 1992 und der Verbindung zur Donau drängen und dringen heutzutage aber gebietsfremde Arten aus anderen Flusssystemen in den Rhein ein – mit Auswirkungen auf die biologische Vielfalt. Derzeit ist die Situation dadurch gekennzeichnet, dass wieder deutlich mehr Tier- und Pflanzenarten vorkommen, deren Populationen und Artengefüge aber ausgesprochen labil sind. Da es außerdem nur wenige alte Artenaufnahmen gibt, lässt sich die gesamte Veränderung der Artenvielfalt in den letzten 200 Jahren nur erahnen. Dennoch kann das Beispiel des Rheins stellvertretend für viele Fließgewässer gesehen werden. So hat eine gerade am UFZ erarbeitete Studie über den Zustand der Fließgewässer in Deutschland ergeben, dass zwar rund 90 Prozent der Fließgewässer in Deutschland einen „guten chemischen Zustand“ haben, aber nur etwa 10 Prozent einen „guten ökologischen Zustand“ aufweisen.

Den Seen geht es unter dem Einfluss der Veränderungen durch Bevölkerungswachstum, intensivierten Landnutzungen und dem Klimawandel nur unwesentlich besser als den Fließgewässern. Einer Studie zufolge ist mehr als die Hälfte aller Seen der Welt stark beeinträchtigt. Vor allem Bewässerungsprojekte sowie Industrie- und Agrochemikalien setzen dem ökologischen Zustand und den Funktionen vieler Seen dramatisch zu. Bis 1980 sind allein in China 543 große Seen als Folge von Bewässerungsprojekten verschwunden. Aus demselben Grund ist der Aralsee heute nicht mehr der viert-, sondern nur noch der achtgrößte See der Welt, dessen Wasserhaushalt irreversibel geschädigt ist.

Grundwasser: Biodiversität im Verborgenen

Dass auch das Grundwasser eine wichtige Ressource ist, ist vielen nicht bewusst. In Deutschland werden 76 Prozent des Trinkwassers aus Grundwasser gewonnen. Noch weniger bekannt ist, dass das Grundwasser auch einen wichtigen eigenständigen Lebensraum bietet. Darin lebt eine hochgradig spezialisierte und adaptierte Fauna – die so genannte Stygofauna. Sie besteht aus Organismen unterschiedlicher Größe, und man findet praktisch alle taxonomischen Gruppen der Oberflächengewässerfauna auch im Grundwasser: Krebstiere, Milben, Schnecken, Würmer und sogar Amphibien sowie Fische. Da dieser Lebensraum ständig dunkel ist und dort keine Photosynthese bzw. Primärproduktion stattfinden kann, haben sich die Organismen an die nährstoffarmen und chemisch extremen Grundwasserlebensräume morphologisch und physiologisch in vielfältiger Weise angepasst.

Der Kenntnisstand über die Grundwasserfauna ist noch geringer als in den Oberflächengewässern. In Europa sind etwa 2.000 Metazoen (mehrzellige Arten) und weltweit etwa 7.700 Arten bekannt. Es gibt Schätzungen, dass es weltweit zwischen 50.000 und 100.000 stygobionte – also im Grundwasser lebende – Arten geben könnte. Noch weniger als über die Artenzusammensetzung ist aber über die ökologischen Funktionen dieser Fauna bekannt, etwa in welchem Maße sie die Durchlässigkeit des Untergrundes und die Wasserqualität bestimmt.

Auen: der Übergang zwischen Wasser und Land

Wenn von Fluss- oder Seengebietern gesprochen wird, dann ist damit mehr gemeint als der Wasserkörper, dessen Wasserqualität oder Sedimente. Die Auen, der Übergang zwischen Wasser und Land, spielen beim Management von Flüssen und Seen, beim Hochwasser- und Naturschutz, eine ganz wesentliche Rolle. Die Fauna von Auengebieten umfasst eine sehr unterschiedliche Mischung von Arten: Es gibt Arten, die nur terrestrisch leben, und Arten, die nur im Wasser vorkommen. Auch in ihrer Größe unterscheiden sich die Arten erheblich: Im Lückensystem von Sedimenten (dem so genannten Hyporheos) leben sehr kleine Arten, wie Kleinkrebse, Milben, Nematoden und kleine Insekten. Und natürlich trifft man in Auengebieten auf Vögel und Säugetiere. So leben etwa 80 Prozent der in der Schweiz vorkommenden Tierarten in Flussauen, und fast 50 Prozent der in Uferzonen lebenden Arten gelten als gefährdet. In Europa haben die eingangs besprochenen anthropogenen Veränderungen der Flusssysteme die seitlichen Querverbindungen der Flusssysteme mit dem angrenzenden Land unterbrochen und zum Verschwinden von 90 Prozent der aktiven Auen geführt. Neben diesem Verlust und der Schädigung von Auenlebensräumen tragen organische und chemische Belastungen sowie invasive Arten wesentlich zum Rückgang der Biodiversität auch in den Auen bei. Einer der umfassendsten Datensätze über den abnehmenden Trend bei Populationen von Süßwasserarten stammt aus der Studie des „Millennium Ecosystem Assessment“ (2005). In den 30 Jahren von 1970 bis 2000 gingen



Beispiel Mikrofauna: Biofilm in einem Fließgewässer. Oberflächengewässer weisen eine sehr hohe Artenvielfalt auf. Obwohl sie nur ein Zehntausendstel des Wasservolumens der Erde beinhalten, leben in ihnen zwölf Prozent aller bekannten Arten. Beispielsweise weisen Biofilme häufig verschiedene Arten von Mikroorganismen auf, die sich auf Grenzflächen ansiedeln. Der Biofilm schützt die darin lebenden Mikroorganismen vor äußeren Umweltfaktoren. Foto: Margarete Mages/UFZ



Beispiel Meiofauna: *Bryozoen* („Moostierchen“; Bild links) und der Geweisschwamm *Spongilla lacustris* (Bild rechts) filtern Mikroorganismen aus dem Wasser. Bei Schwämmen sind es vor allem Bakterien und kleine einzellige Algen, bei den Bryozoen sind es einzellige Algen und Zooplankton. Beide Gruppen können das unerwünschte massenhafte Auftreten von Algen und Bakterien unterbinden. Fotos: Andreas Vohmann



Beispiel Makrofauna: Die vom Aussterben bedrohte Flussperlmuschel in einem Fließgewässer im Bayerischen Wald.

die Populationen von über 300 Süßwasserarten weltweit um etwa 55 Prozent zurück, während die von Arten aus terrestrischen und marinen Systemen jeweils um ungefähr 32 Prozent abnehmen. In Anbetracht unseres unvollständigen und bruchstückhaften taxonomischen Wissens über die Süßwasserfauna und -flora ist davon auszugehen, dass die Biodiversität in Süßgewässern und deren Rückgang gegenwärtig noch unterschätzt werden.

Gewässerökosysteme und ihre Dienstleistungen

Auf einem Großteil der Erdoberfläche gibt es Zielkonflikte, wenn es darum geht, die Güter und Dienstleistungen von Süßwasser-Ökosystemen zu nutzen und die biologische Vielfalt zu erhalten. Grundwasserökosysteme stellen eine der wichtigsten Lebensgrundlagen bereit, nämlich Trinkwasser. Fließgewässer und aktive Auen

funktionieren als Filter für Sedimente und gelöste Schadstoffe (Selbstreinigung), leisten Hochwasserrückhaltung und dienen als natürliche Lebensräume für hoch spezialisierte Pflanzen- und Tierarten. Sie werden für die Wasserkraft, Schifffahrt und Fischerei genutzt. Und sie gewinnen eine immer größere Bedeutung für Freizeit und Erholung.

Die Anfälligkeit der menschlichen Gesellschaft gegenüber natürlichen oder von Menschen verschuldeten Gefahren ist gestiegen. Das zeigen die Schäden der extremen Hochwasserereignisse in den letzten zehn Jahren in Europa beispielhaft. Es wird damit gerechnet, dass die Häufigkeit von Extremereignissen (Überflutung und Trockenheit) in Zusammenhang mit Phänomenen des Klimawandels zunehmen wird. Obwohl ökologische Prozesse in Fließgewässern und Auen hauptsächlich durch den Wechsel zwischen hydrologischen Extremen bestimmt werden, wird das veränderte Abflussverhalten weitreichende Auswirkungen auf intakte Funktionen der Lebensräume und die damit verbundenen Ökosystemdienstleistungen haben. Wenn wir also wollen, dass Gewässerökosysteme solche möglichen Veränderungen abpuffern und sich ohne schwerwiegende Rückkopplungen nachhaltig an die Wandelprozesse anpassen, müssen wir dafür sorgen, dass ihre ökologischen Funktionen gesichert werden.

Die Zusammenhänge zwischen der Biodiversität und den ökologischen Funktionen der Gewässerökosysteme sind dabei noch nicht ausreichend verstanden und quantifiziert. Die Gewässerforschung ist deshalb am UFZ ein wesentlicher Forschungsschwerpunkt. ■

► zu diesem Thema finden Sie einen Hörbeitrag auf beiliegender CD oder im Internet: www.ufz.de/podcasts-biodiversitaet

Referenzen (Auswahl):

- Borchardt, D. and Pusch, M. (eds.) (2009): The ecology of the hyporheic zone of running waters. *Advances in Limnology* (61), 224 S.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)(Hrsg.) (2010). Die Wasserrahmenrichtlinie. Ergebnisse der Bewirtschaftungsplanung 2009 in Deutschland. Berlin.
- EEA – European Environmental Agency (2003): Europe's water: an indicator based assessment. EEA Copenhagen. 124 pp.
- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (Publ.) (2009). Biodiversity of surface waters, floodplains and groundwater. Public Relations Division, Berlin.
- Maltby, E. (Ed.) (2009): The functional assessment of wetlands: Towards evaluation of ecosystem services. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, 724 pp.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Tittizer, T. & F. Krebs (eds.) (1996). Ökosystemforschung: Der Rhein und seine Auen – eine Bilanz. Berlin, Heidelberg.
- Tockner K., Uehlinger U. & Robinson C.T. (Eds.) (2009). Rivers of Europe. Elsevier/Academic Press, San Diego, USA.



Der globale Energiebedarf wird in den kommenden Jahren weiterhin deutlich ansteigen. Damit wachsen auch die Herausforderungen, Treibhausgase zu reduzieren, um das Klima zu schützen, und zugleich den Naturhaushalt und unsere endlichen Ressourcen zu schonen. Der Übergang zu einer auf erneuerbare Energien gestützten Energieversorgung ist daher unumgänglich. Während von den Erneuerbaren erhebliche Verbesserungen beim Klimaschutz erwartet werden können, ergeben sich in anderen Bereichen des Natur- und Umweltschutzes durchaus neue Konfliktfelder, so auch für den Artenschutz.

Die Auswirkungen der Energiebereitstellung durch konventionelle und erneuerbare Energieträger auf die Biodiversität sind jedoch höchst unterschiedlich: Konventionelle Energieträger liegen verdichtet in punktuellen Lagerstätten vor. Ihre Umweltauswirkungen zeigen sich durch Emissionen bei der Erschließung (zuletzt sichtbar im Golf von Mexiko) und dem Transport (Leistungsverluste), durch Verkehrs- und Infrastrukturbedarf für die Verteilung (Pipelines, Öltanker, Transport von radioaktiven Materialien) sowie durch die Emissionen bei der eigentlichen Umwandlung in Nutzenergie (Kraftwerke) – dabei sind Klimagase von besonderer Relevanz. Anders als fossile Energien können erneuerbare Energien praktisch an allen Orten der Welt bereit gestellt werden, wobei es ökonomisch wie ökologisch erhebliche Eignungsunterscheide gibt. Gleichzeitig ist die Energiedichte der erneuerbaren Energien deutlich geringer, d. h. gegenüber der Kohleabbaufläche für ein Braunkohlekraftwerk (Tagebau) sind für die Erzeugung vergleichbarer Strommengen die 50 bis 500-fache Fläche für Windparks, Photovoltaik-Freiflächenanlagen bzw. den Anbau nachwachsender Energieträger notwendig. Anders als beim Abbau fossiler Energieträger bleiben auf diesen Flächen zwar verhältnismäßig vielfältige Umweltfunktionen erhalten, jedoch steigt die Flächeninanspruchnahme quantitativ und qualitativ deutlich an. Umgekehrt können die Umwelteffekte durch Verteilung und Umwandlung von Energie deutlich reduziert werden, wenn das Energiesystem stärker auf eine dezentrale Energieversorgung ausgerichtet wird – hierzu sind vor allem die erneuerbaren Energien gut geeignet.



Ausgeräumte Landschaft: Braunkohletagebau Schleenhain im Süden von Leipzig.



Dr.-Ing. Daniela Thrän

Daniela Thrän studierte Technischen Umweltschutz an der TU Berlin und promovierte am Lehrstuhl für Abfallwirtschaft der Bauhaus-Universität Weimar. Sie ist Sprecherin des neuen UFZ-Departments Bioenergie, dessen Aufbau und enge Vernetzung mit dem Deutschen BiomasseForschungsZentrum (DBFZ) bis Ende 2014 mit einer Anschubfinanzierung der Helmholtz-Gemeinschaft gefördert wird. e-mail: daniela.thraen@ufz.de



Prof. Dr. Erik Gawel

Erik Gawel ist stellvertretender Leiter des UFZ-Departments Ökonomie und Direktor des Instituts für Infrastruktur und Ressourcenmanagement der Universität Leipzig. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Finanzwissenschaft sowie die Umwelt- und Institutionenökonomik, darunter insbesondere die Governance von Biomasse-Stoffströmen. e-mail: erik.gawel@ufz.de



Nachwachsende Energieträger benötigen gegenüber einem Tagebau für ein Braunkohlekraftwerk die 50- bis 500-fache Fläche, um die gleiche Strommenge zu erzeugen.

Erneuerbare Energien und Artenvielfalt

Mit Blick auf die Biodiversität ergeben sich daraus wichtige Schlussfolgerungen: Der Energieverbrauch ist generell mit Risiken für die Artenvielfalt verbunden. Diese Risiken stellen sich beim Einsatz erneuerbarer Energieträger allerdings anders dar; sie sind hier vor allem durch Ausweitung und Intensivierung von Landnutzungen gekennzeichnet. Dies gilt neben Standorteingriffen für Erzeugungsanlagen (z. B. Windparks, die Gefahren für Vögel bedeuten) vor allem für den Anbau von Energiepflanzen zur Erzeugung von Bioenergie. Sie gilt als wichtigster unter den erneuerbaren Energieträgern und soll auch in den kommenden Jahrzehnten den Löwenanteil der Energiebereitstellung aus Erneuerbaren leisten. Auch wenn ein Großteil der Bioenergie aus Reststoffen erzeugt würde, erhält der Anbau von Energiepflanzen künftig einen höheren Stellenwert. Die agrarische Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe auch für Energiezwecke erhöht den Nutzungsdruck auf die Flächen. Werden zusätzliche Flächen landwirtschaftlich genutzt oder die Nutzung auf bestehenden Agrarflächen intensiviert, birgt das vielfältige Risiken für die Biodiversität. Hierzu zählt insbesondere die Umwandlung naturnaher Flächen in Agrarflächen: So gehört Grünland in seinen verschiede-



Auf so genannten Kurzumtriebsplantagen wird untersucht, welche Chancen Anbau, Ernte und Biomasseverwertung schnell wachsender Baumarten wie Pappeln oder Weiden auf landwirtschaftlichen Flächen haben. Sie sind Rohstoffquelle für Holzhackschnitzel, die als biogener und regenerativer Brennstoff dienen.

denen Ausprägungen zu den artenreichsten Biotopen Mitteleuropas und beherbergt in Deutschland 52 Prozent des Artenbestandes; gleichwohl befindet es sich schleichend auf dem Rückzug – allein von 2003 bis 2008 bundesweit um vier Prozent. Hierfür zeichnet auch der Ausbau der Bioenergie mitverantwortlich. Durch Nachfragerückgang bei der Viehwirtschaft, die Vergütungsanreize des Erneuerbare-Energien-Gesetzes sowie die hohe Energieausbeute von Mais als Substrat für Biogas lohnen sich auch vormalige Dauergrünlandflächen zum Anbau. Intensivierungen der Landwirtschaft

auf Agrarflächen sowie die energetische Nutzung von Grünlandflächen greifen jedoch in den Naturhaushalt ein: Verengung von Fruchtfolgen, Monokulturen, Entnahme ökologisch funktionaler Biomasse und verstärkter Pestizideinsatz, da nicht mehr für Nahrungsmittel produziert wird, seien als Stichworte genannt. Im globalen Maßstab sind die Risiken für die Biodiversität noch weitaus größer, wenn man etwa an den Schutz der artenreichen Regenwälder denkt.

Chancen durch innovative Konzepte

Die Art der skizzierten Risiken macht aber zugleich deutlich, dass erhebliche Potenziale bestehen, durch eine geeignete Steuerung der Bioenergieproduktion oder der Standortwahl für Erzeugungsanlagen Konflikte mit dem Natur- und Artenschutz zu reduzieren. Gerade beim Energiepflanzenanbau bestehen sogar vielfältige Chancen auf Synergien zwischen Agrobiodiversität und energetischer Nutzung: So kann etwa die energetische Nutzung von Pflanzen zur Weiterbewirtschaftung von Grenzertragsstandorten beitragen und so die Landschaft offen halten für Arten, die an bestimmte Nutzungen gebunden sind. Auch die energetische Nutzung von Landschaftspflegematerial, die zu Kostensenkungen beiträgt, ist als Reststoffnutzung ein besonders geeigneter Ansatz zur Konfliktminderung. Durch innovative Konzepte der energetischen Verwertung erhalten bestimmte Flächen (Säume, Brachen) neben ihrem ökologischen nunmehr auch einen wirtschaftlichen Wert. Das stärkt den Naturschutz. Der Einsatz neuer Anbausysteme bietet zudem die Chance einer Optimierung aus Naturschutzsicht: Streifenförmige Kurzumtriebsplantagen mit höherer Artenvielfalt können das Landschaftsbild ausgeräumter Agrarlandschaften strukturieren oder Braunkohletagebaurestflächen in Nutzung nehmen. Mehrkultursysteme, bei denen zwei oder mehr Kulturen pro Jahr auf einer Fläche angebaut werden, verhindern Bodenerosion durch die ganzjährige Bodenbedeckung und führen zu einem geringeren Austrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln. Durch Mischfruchtanbau, d. h. Anbau von verschiedenen Feldfrüchten auf dem gleichen Feld in der gleichen Vegetationsperiode, mindert sich der Krankheits- und Schädlingsdruck, so dass weniger Pflanzenschutzmittel angewendet werden müssen.

Einklang von Naturschutz und Energieausbeute – Eine Frage der Kosten?

Allerdings führen solche Konzepte in der Regel zu höheren Kosten für die Bioenergiebereitstellung als die allein auf Masse ausgerichtete Energiepflanzenproduktion (wie z. B. Energiemais) und bedürfen daher einer zielgerichteten Einführung und entsprechender Steuerung – weit über die gegenwärtigen Säulen der Agrarpolitik hinaus. Die eigentliche Aufgabe besteht mithin darin, bei den erneuerbaren Energien die bestehenden Gestaltungsspielräume gezielt zu nutzen, um Naturschutz und Energieausbeute in Einklang zu bringen. Eine zukunftsfähige Energiebereitstellung im Einklang mit den internationalen Verpflichtungen zum Erhalt der Artenvielfalt sollte daher folgenden Gesichtspunkten Rechnung tragen:

- ▶ Die Einsparung von Energie und die Erhöhung der Energieeffizienz in Umwandlung und Nutzung bleiben der einfachste und wichtigste Beitrag für eine nachhaltige Energieversorgung und – in besonderem Maße – auch für die Erhaltung der Biodiversität. Jede nicht benötigte Energieeinheit schont natürliche Ressourcen und die Leistungsfähigkeit unserer Ökosysteme.
- ▶ Die Diversifizierung und Dezentralisierung der Energieversorgung kann mehr Vielfalt in der Landschaft bedeuten – dazu müssen aber sehr klare Rahmenbedingungen geschaffen werden: Eine eindimensionale Ausrichtung einer nachhaltigen Energiepolitik am Klimaschutz

erscheint kontraproduktiv. Stattdessen sind umfassende Anforderungen an eine nachhaltige Landnutzung insbesondere für die Bioenergiebereitstellung dringend notwendig und teilweise bereits implementiert (z. B. die europäische Richtlinie zu erneuerbaren Energien mit Nutzungseinschränkungen für Schutzgebiete). Diese müssen aber neben biogenen Energieträgern letztlich auf alle biogenen Stoffströme ausgedehnt werden. Mit anderen Worten: Es sind Anforderungen an eine nachhaltige Landnutzung notwendig, die international akzeptiert und im gesamten Agrar- und Forstbereich wirksam sind. Synergiepotenziale zwischen Erneuerbaren und Naturschutz sind gezielt zu nutzen.

► Regionalisierte Konzepte tun not: Beim Ausbau der erneuerbaren Energien sollten stets die unterschiedlichen standörtlichen und landschaftlichen Ausgangsbedingungen der jeweiligen Region berücksichtigt werden. Ziel muss es sein, durch standortangepasste, naturverträgliche Nutzungssysteme die Sicherung einer (dezentralen) Energieversorgung mit der Stärkung der regionalen Wertschöpfung und der Erhaltung von Ökosystemfunktionen zu verbinden. Regionale und lokale Stoffkreisläufe weisen hierzu den Weg. Die Steuerung dieser Prozesse stellt freilich die Umwelt- und Energiepolitik vor neue, große Herausforderungen. Aber auch regionale Planungs- und Umsetzungsprozesse brauchen innovative Ansätze, um Energienutzung und Biodiversität vor Ort gemeinsam zu entwickeln.



Raps kurz vor der Ernte. Die Produktion von Biodiesel aus Rapsöl wird sowohl aus energetischer als auch aus ökologischer Sicht immer stärker angezweifelt.

Chancen und Risiken nur regional erfassbar

Erste gute Ansätze sind auf dem Weg. So wurden mit Unterstützung der GTZ in jüngerer Vergangenheit in Madagaskar erfolgreich private Brennholzplantagen auf degradierten Flächen angelegt, die den Bauern zusätzliches Einkommen sichern können. Gerade degradierte Flächen oder Flächen mit geringen Ertragserwartungen können jedoch auch hochwertige Ökosystemfunktionen erfüllen, die bei einer Nutzung der Flächen zur Bereitstellung erneuerbarer Energien gefährdet werden können. Die konkreten Risiken für die Biodiversität sind daher nur regional erfassbar und müssen im konkreten Einzelfall abgewogen werden. Statistisch zur Verfügung stehende Flächen sind oftmals in der Realität bereits informell genutzt, durch lokale Subsistenz-Landwirtschaft oder Viehhaltung. Bei der Nutzung für erneuerbarer Energien müssen diese lokalen Nutzungen berücksichtigt und der Zugang zum Land aus sozialen Gründen sichergestellt werden.

Auch der Anbau von Energiepflanzen für die Biogaserzeugung bietet insbesondere viehlosen Betrieben des Ökolandbaus die Möglichkeit, ihre Nährstoffkreisläufe besser zu schließen, weil die Gärreste aus der Biogaserzeugung als organischer Dünger zur Verfügung stehen.

Politische Steuerung und Monitoring notwendig

In Deutschland hat die Standortsuche für Windkraftanlagen die regionalen Planungsprozesse eminent gestärkt. Zudem hat die

Nachhaltigkeitsdebatte um Biokraftstoffe die Problematik von Landnutzungseffekten und Biodiversitätsverlust in die Öffentlichkeit getragen. Nun gilt es, einerseits diese Türöffnerfunktion zu nutzen und auf die klassische Landwirtschaft auszudehnen, andererseits aber auch Instrumente zu schaffen, die in der Lage sind, die neuen Erkenntnisse in sinnvolle politische Steuerung zu übersetzen. Erneuerbare Energien haben noch einen weiten Weg vor sich. Wir sind erst am Anfang, die komplexen ökologischen und sozio-ökonomischen Auswirkungen auf die Flächennutzung und damit auch die Biodiversität zu verstehen. Hierzu liefern auch satellitengestützte Fernerkundungssysteme wichtige Unterstützung. Diese können berichten, wo Landnutzungsänderungen stattfinden, aber auch wo die Wind-, Sonnen- oder Anbauverhältnisse besonders günstig sind. Für ein solches Monitoring stehen heute hochauflösende Erdbeobachtungssysteme zur Verfügung. Eine zukunftsfähige Energieversorgung muss nicht nur klimaverträglich sein, sie muss auch mit dem Erhalt der biologischen Vielfalt und der Sicherung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes einhergehen. Erneuerbare Energien bieten hierzu vielfältige Chancen. Neben technologischen Innovationen sind daher vor allem neue Steuerungsstrukturen gefragt, die diese Nachhaltigkeitschancen der Erneuerbaren weltweit konkret sichern. ■

► zu diesem Thema finden Sie einen Hörbeitrag auf beiliegender CD oder im Internet: www.ufz.de/podcasts-biodiversitaet

Referenzen (Auswahl):

Ammermann, K.: Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Auswirkungen auf die Biodiversität und Kulturlandschaft, in: *Natur und Landschaft*, 83. Jg. (2008), S. 108 – 110.

Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): *Bioenergie und Naturschutz. Synergien fördern, Risiken vermeiden*, Bonn 2010.

Czybulka, D.: Biomasseerzeugung als Regelungsgegenstand des Naturschutz-, Landwirtschafts- und Forstwirtschaftsrechts?, in: Schukze-Fielitz, H./Müller, Th. (Hrsg.): *Klimaschutz durch Bioenergie*, Baden-Baden 2010, S. 109 – 137.

Ekardt, F./Schmeichel, A./Heering, M.: Europäische und nationale Regulierung der Bioenergie und ihrer ökologisch-sozialen Ambivalenzen, in: *Natur und Recht*, 31. Jg. (2009), S. 222 – 232.

Gawel, E.: Stoffstromanalyse und Stoffstromsteuerung im Bereich der Bioenergie, in: Beckenbach, F./Urban, A. I. (Hrsg.): *Methoden der Stoffstromanalyse. Konzepte, agentenbasierte Modellierung und Ökobilanz*, Marburg 2010, im Druck.

Haaren, Chr. v.: Environmental Impacts of Biomass Production – Demands on Landscape Planning, in: *Biomass in Future Landscapes. Sustainable Use of Biomass and Spatial Development, Proceedings of the International Conference, March 31st until April 1st 2009 in Berlin*, o. O., S. 46 – 49.

Ludwig, G.: Möglichkeiten und Grenzen der Steuerung der Biomasseproduktion durch die Regionalplanung, in: *Deutschen Verwaltungsblatt*, 125. Jg. (2010), S. 944 – 950.

Thrän, D., et al.: Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der energetischen Biomassenutzung, 1. Zwischenbericht, Leipzig 2009.



Dr. Hans-Hermann Thulke

Der Mathematiker leitet die Projektgruppe Ökologische Epidemiologie im Department Ökologische Systemanalyse am UFZ. Sein Forschungsschwerpunkt sind ökologische Modelle zur Ausbreitung von Schadorganismen in Tierpopulationen. Mit diesen Werkzeugen werden Entscheidungshilfen und Strategiekonzepte für Behörden des Tierseuchenmanagements entwickelt. Hans-Hermann Thulke ist Mitglied der Kommission Tiergesundheit und Tierschutz der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA).

e-mail: hans.thulke@ufz.de



PD Dr. Matthias Liess

Der Ökologe leitet das Department System-Ökotoxikologie am UFZ. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Bewertung und Vorhersage der Wirkung natürlicher und anthropogener Stressoren in aquatischen Ökosystemen vom mitteleuropäischen Bach bis hin zu Küstengewässern der Antarktis. Ziel ist das nachhaltige Management von Ökosystemen – zur Reinhaltung des Wassers, dem Schutz der Biodiversität und der nachhaltigen Bekämpfung von Vektoren für Krankheitserreger. Matthias Liess ist Experte der OECD im Bereich Ökotoxizität sowie der Kommission Pflanzenschutzmittel und ihre Rückstände der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA).

e-mail: matthias.liess@ufz.de

Biodiversität und Gesundheit – Spontan denkt man an die Apotheke der Natur. Viele Substanzen, die zur Stärkung des menschlichen Wohlbefindens beitragen, verdanken wir Menschen der Tier- und Pflanzenwelt. Deren genetische Vielfalt ist ein unermesslicher Schatz für unsere Gesundheit. Aber auch Viren, Bakterien, Pilze und Würmer gehören mit ihrer riesigen Vielfalt in jedes gesunde Ökosystem. Erscheinungen, die der Mensch als Krankheitsausbruch wahrnimmt, sind oft dadurch verursacht, dass ökologische Gefüge verändert werden – durch den Menschen, durch klimatische Verschiebung oder zufällige Verkettung von Ursachen. Die komplexen Konsequenzen illustrieren, warum Biodiversität mehr bedeutet als Artenzahl. Und – gemäß WHO-Definition – Gesundheit mehr ist als das Fehlen von Krankheit.

Schweizer Forscher haben nachgewiesen, dass die Milch artenreicher Alpenwiesen und der damit produzierte Käse besonders viele jener Fettsäuren enthält, die wichtig für die Entwicklung des kindlichen Gehirns sind und bei Erwachsenen das Risiko von Herz-Kreislaufkrankungen vermindern. Alte Apfelsorten sind Jenen zu empfehlen, die unter einer Sorbitunverträglichkeit leiden. Die Teufelskralle lindert Schmerzen, Salbei lässt Entzündungen abklingen, die Ringelblume beschleunigt die Wundheilung. Tatsächlich ist die Natur die Apotheke des Menschen.

Auch die scheinbar unerschöpfliche Vielfalt der Amphibienarten ist ein Fundus der Gesundheitsforschung. Beispielsweise produzieren manche Frösche eine chemische Substanz, die zur Bekämpfung des HI-Virus, das AIDS verursacht, nützlich sein könnte. Die Absonderung einer anderen Art könnte ein Schmerzmittel für Menschen sein, und in Deutschland versuchen Forscher die hochgefährlichen Absonderungen eines quakenden Vierbeiners synthetisch nachzubauen, um in Zukunft schwere Hirn-Erkrankungen wie etwa Alzheimer zu behandeln. Doch die amphibische Artenpracht ist selbst gefährdet: durch den Chytridpilz. Er verhindert die Hautatmung von Amphibien und damit deren optimale Leistungsfähigkeit. Das Fortbestehen ganzer Amphibienarten steht weltweit auf dem Spiel. Zehn Arten, so schätzt die Wissenschaft, sterben pro Jahr durch die Pilzinfektion aus.

Krankheitserreger

Dieser Pilz ist einer der vielen Organismen, denen der Mensch skeptisch gegenübersteht, weil er sie als gefährliche Krankheitserreger erlebt. Einer der bekanntesten ist das Tollwutvirus. Ihm verdankt eine ganze Organismengruppe – nämlich die Viren – ihren Namen. Im ersten Jahrhundert v. Chr. bezeichnete man den Speichel, durch den Tollwut übertragen wurde, als „Gift“ (lateinisch „virus“). Die Verbindung zwischen Tollwutvirus und Gesundheit ist offenkundig. Auch beim Biodiversitätsschutz spielt es eine prominente Rolle. Erst vor zwei Jahren sorgte ein Ausbruch der tödlichen Tollwut unter den letzten 500 Vertretern des Äthiopischen Wolfs für öffentliches Interesse. Britische Wissenschaftler und äthiopische Behörden verhinderten mit einer Impfkampagne die krankheitsbedingte Ausrottung der Raubsäuger. Angesteckt haben sich die bedrohten Wölfe durch den Kontakt mit Hunden der umliegenden Dörfer.



Der Chytridpilz verhindert die Hautatmung bei Fröschen – wie hier bei einem Grasfrosch. Die Erkrankung gefährdet das Fortbestehen ganzer Amphibienarten.



Borkenkäferbefall im Bayerischen Wald. Monokulturen von Wirtschaftswäldern sind anfälliger als Mischwälder mit unterschiedlich alten Bäumen.

Krankheitsausbrüche als Ergebnis ökologischer Veränderung

Im Unterschied dazu konnte die Tollwut die Rotfuchspopulation in Europa nicht gefährden, obwohl die Seuchenzüge der Vergangenheit mehr als die Hälfte aller Rotröcke dahinrafften. Das unterstreicht einen neuen Aspekt von „Biodiversität und Gesundheit“. Viren, aber auch Bakterien, Pilze und Würmer gehören mit ihrer Vielfalt in jedes Ökosystem. Der Mensch nimmt deren Wirken dann als „Krankheit“ wahr, wenn durch drastische Veränderungen der ökologischen Struktur die Folgen dramatisch werden oder die Vermehrung der „Erreger“ überhand nimmt. Die Monokultur eines Wirtschaftswaldes mit seinen gleichartigen und gemeinsam gealterten Bäumen führt in trockenen Jahren zu riesigen Flächen anfälliger Bäume, so dass sich Borkenkäfer explosionsartig vermehren. In der Folge erkrankt der Wald, wie Bilder aus dem Bayerischen Nationalpark auf drastische Weise veranschaulichen. In gemischten Baumbeständen wären tausende der geflügelten Holzbohrer unverrichteter Dinge im Jungholz stecken geblieben.

Aus dieser Perspektive ergibt sich ein überraschender Blickwinkel: Oft verändert der Mensch durch Eingriffe in die Natur das Beziehungsgeflecht zwischen den Arten. Dadurch entsteht ein neues Gefüge im Ökosystem. Das wiederum macht bisher erfolgreiche Arten zu Verlierern und andere Arten zu Gewinnern. Für einige Tiere haben diese Veränderungen extreme Folgen.

Jeder kennt die kleinen rotbraunen Schattenschwänze (griechisch), die Eichhörnchen. Mit bezaubernder Leichtigkeit eilen die Kleinsäuger durch die Wipfel europäischer Parkanlagen auf steter Suche nach Nüssen und Samen. Nein, nicht die eventuelle Eignung als Tollwutüberträger ist hier relevant. Die Eichhörnchen erleiden aktuell in Großbritannien, Irland und Italien einen dramatischen Bestandsrückgang, der durch die Einbürgerung des nordamerikanischen Grauhörnchens verursacht wird. Der Neuzugang ist erfolgreicher als die heimische Art, unter anderem, weil die Grauen zwar selbst nicht

an Parapocken erkranken, deren Virus aber an die Roten weitergeben. Für unser heimisches Eichhörnchen verläuft die Infektion tödlich. Der Krankheitserreger bedroht die Tierart in ihrer angestammten Region, wenn zusammenkommt, was nicht zusammengehört. Das Beispiel illustriert, dass Veränderung des ökologischen Gefüges für den Moment mit einer Zunahme der Artenvielfalt einhergehen kann.

Mobilität des Menschen

Die tierische Fracht, die ein Passagier aus Nigeria in Frankfurt im Koffer durch den Zoll schmuggeln will, sieht auf den ersten Blick harmlos aus: Zehn Meerkatzenbabys. Der Schein trügt. Die Affen sind Überträger von Ebola. Ebola-Infektionen enden fast immer tödlich. Nicht auszudenken, was passiert wäre, wenn eines der Tiere das gefährliche Virus in sich getragen hätte.

Oft ist es der moderne Mensch, der mit seinem Unterwegssein als Transporteur auftritt. Seine scheinbar unscheinbare Fracht kann ganze Artengefüge durcheinanderwirbeln und sie anfällig für Krankheitsausbrüche werden lassen. Viele Erreger, die der Mensch verschleppt hat, peinigen ihn selbst. Das West-Nil-Virus zum Beispiel ist inzwischen in seinem Vorkommen nicht mehr auf die Tropen beschränkt, sondern hat ganz Nordamerika erobert. Zumeist werden Vögel mit dem Virus infiziert, die daraufhin verenden. Die übertragende Mücke saugt Blut nicht nur vom Vogel, sondern auch von Mensch und Pferd. Es wird spekuliert, dass Alexander der Große am West-Nil-Fieber gestorben ist, denn Chronisten wissen von einem zeitgleichen Krähensterben. 1999 wurde der Erreger erstmals in den USA identifiziert. Es wird vermutet, dass das Virus durch globalen Handel eingeschleppt wurde. Hinzu kamen ein milder Winter und ein trockener Sommer, die die Vermehrung der übertragenden Stechmücken begünstigen. In den folgenden Jahren breitete sich die Infektion explosionsartig über dem nordamerikanischen Kontinent aus. Neben tausenden Krähen starben über 1.000 Menschen. Die Krankheitsfälle gingen zurück, nachdem das Virus quer von Ost nach West gereist war. Solche Ausbrüche sind in anderen gemäßigten Breiten auch möglich. Ein Verwandter des West-Nil-Virus, das aus Afrika stammende Usuto-Virus, ließ 2003, wie in einem bösen Märchen, Amseln in Wien scharenweise vom Himmel fallen.

Klimawandel und Handel

Globaler Handel und Klimaveränderung begünstigen auch das Denguefieber, das sich im Schlepptau invasiver Mückenarten ankündigt. Das Denguefieber ist die sich am schnellsten ausbreitende, von Moskitos übertragene, virale Erkrankung. Es befällt Primaten und gefährdet damit in Europa den Menschen. Die Hauptvektoren sind wieder Mücken. Diese können sich einer ganz besonderen Reise-



Larven der Gemeinen Stechmücke (*Culex pipiens*)

BLAUZUNGENKRANKHEIT



Das Virus der Blauzungkrankheit liefert einen Baustein in diesem Mosaik. Ursprünglich nur in Afrika verbreitet, befällt es Wiederkäuer. Zwischen denen wird es von Stechmücken, so genannten Gnitzen, übertragen.

Mücken verdriften über weite Strecken. So können sie das Mittelmeer überwinden und im Zuge der Klimaerwärmung ihren Lebensraum nach Norden ausweiten. Nehmen die Mücken das Blauzungenvirus huckepack, passiert, womit Wissenschaftler und Seuchenexperten rechnen: Das kontinuierliche Vorrücken der Seuche nach Nordwesten. Der größte Ausbruch in Europa hat sich jedoch unabhängig von diesem klimagetriebenen Geschehen ereignet. Und hier fungiert eindeutig der Mensch als Transportmittel. Eine Virusvariante, die im Südlichen Afrika beobachtet worden war, tauchte plötzlich in den Niederlanden auf. Auf welchem Wege diese nach Mitteleuropa kam, ist unklar. Fakt ist, dass sich das Virus vor Ort eine passende einheimische Stechmückenart als Vektor zunutze gemacht hat. Mit rasanter Geschwindigkeit ging es dann weiter in Richtung Nordosten. Innerhalb von zwei Jahren hatte die Seuche Schweden erreicht. Keiner der betroffenen Wiederkäuer war bisher in Kontakt mit dem Erreger. Es gab also, im Unterschied zur Ursprungsregion, keine immunen Wirtstiere. Durch flächige Impfkampagnen hat der Mensch versucht, diesen „ungewachsenen“ Zustand zu korrigieren. Im Falle der Blauzungkrankheit und nach deren derzeitiger Befallslage scheint diese Kompensationsmaßnahme das veränderte Artengefüge wieder ausgeglichen zu haben. Das Blauzungenvirus tangiert uns Menschen nur wirtschaftlich. Aber in einigen Fällen kann sich auch der Mensch den Folgen des veränderten Gefüges im Ökosystem nicht entziehen.

form bedienen. Die Larven von *Aedes aegypti* und *Aedes albopictus* leben nämlich in kleinsten Wasserlachen. Um sich zu vermehren, legen die Mückenweibchen ihre Eier in Eimern, Blumen oder Reifen ab. Faszinierender Weise können die Eier mit der Wasserlache austrocknen und Monate überleben. Auf diese Weise können sie mit dem Reifen um die Welt reisen. Wenn Regen die Eier nässt, schlüpfen die Larven und können fern der Heimat eine neue Population begründen. So hat sich *Aedes albopictus* in den letzten Jahren in Europa etabliert (Albanien, Italien). Gerade hat man sie auch in Frankreich entdeckt – ein weiterer Schritt gen Norden. Das Überwinden höhere Breitengrade wurde auch aus Japan bestätigt. Dort hat man beobachtet, dass die Eier einiger Varianten der Mücke so-

gar Frost überstehen. Ideal also, um den hohen Norden zu erobern. Sowohl das Vordringen der Mückenart als auch die gefrierresistenten Varianten des Überträgers des Denguefiebers stimmen bedenklich. Die Einschleppung von *Aedes albopictus* nach Deutschland ist erfolgt, doch bisher konnte sich bei uns offensichtlich noch keine endemische Population entwickeln – vermutlich aufgrund niedriger Temperaturen. Damit schützt uns nur noch das Fehlen einer kälteresistenten Mücke in unserem heimischen Artengefüge vor dem Denguefieber.

Helfer Biodiversität

Es gibt einen überraschenden Helfer, um eine gefährliche Vermehrung der Mücken zu verhindern: Biodiversität. Zumindest im beschränkten Maßstab lassen sich bestehende Artengefüge in Kleingewässern bewusst zu Ungunsten der Mückenlarven verschieben. Am UFZ entwickelt man erfolgreich Ansätze, um die Diversität von Feinden der Mosquitolarven zu erhöhen und so das Vorkommen der Larvenstadien einzuschränken. Durch aktive Managementmaßnahmen wird der Natur „geholfen“, die übermäßige Vermehrung von Mücken zu verhindern. Das testen UFZ-Forscher bereits erfolgreich in Afrika und Deutschland.

Die Forschung hat viel zu tun: Erst müssen wir das Zusammenspiel zwischen gestörter Biodiversität und beeinträchtigter Gesundheit begreifen, um dann die komplexen Konsequenzen von Veränderungen – gewollt oder ungewollt – in ökologischen Gefügen zu verstehen. Dieses Verständnis ermöglicht es – wie obiges Beispiel zeigt – Gesundheit unmittelbar durch Biodiversität zu befördern. ■

► zu diesem Thema finden Sie einen Hörbeitrag auf beiliegender CD oder im Internet: www.ufz.de/podcasts-biodiversitaet

Referenzen (Auswahl):

P. Daszak, A.A. Cunningham, A.D. Hyatt (2000). Emerging Infectious Diseases of Wildlife – Threats to Biodiversity and Human Health. *Science* 287, 443–449.

J.A. Pounds, M.R. Bustamante, L.A. Coloma, et al. (2006). Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature* 439, 161–167

Scottish Natural Heritage. The Scottish Squirrel Survey website. <http://www.scottishsquirrelsurvey.co.uk/>

D. MacKenzie (2007). Bluetongue, leapfrog and global warming. *New Scientist*. <http://www.newscientist.com/article/dn12756>.

S.L. LaDeau, C.A. Calder, P.J. Doran, P.P. Marra (2010). West Nile virus impacts in American crow populations are associated with human land use and climate. *Ecological Research*, Online First DOI: 10.1007/s11284-010-0725-z.

M. Enserink (2008). ENTOMOLOGY: A Mosquito Goes Global. *Science* 320, 864–866.

Chaves, L. F. and C. J. M. Koenraadt (2010). „Climate change and highland malaria: Fresh air for a hot debate.“ *Quarterly Review of Biology* 85(1): 27–55.

Patent: „Verfahren zum Bekämpfen von pathogenen Kleinlebewesen in einem wässrigen System“ Aktenzeichen 10 2008 043 715.8

BIODIVERSITÄT UND BODEN

Die Geburtsstunde unserer heutigen Böden liegt 460 Millionen Jahre zurück. Davor bestanden die Böden vorwiegend aus verwittertem Gesteinsmaterial. Die Oberfläche der Kontinente war lediglich mit dünnen biologischen Krusten aus Bakterien, Pilzen und Algen bedeckt. Vegetation gab es noch keine. Als dann die ersten Landpflanzen unsere Kontinente besiedelten, begann eines der faszinierendsten Biodiversitätsexperimente. Einerseits ermöglichte die Eroberung der terrestrischen Habitate die Entstehung einer Vielfalt von Pflanzen und Tieren. Andererseits entwickelten sich die Böden zu einem immer komplexeren Lebensraum mit einer ganz eigenen Lebenswelt, deren Vielfalt diejenige ihres oberirdischen Pendant weit übertrifft.

Die biologische Vielfalt hat sich von Anfang an ober- und unterirdisch in enger Verzahnung entwickelt. Schon die ersten terrestrischen Pflanzen kamen in Begleitung von symbiotischen Pilzen aus dem Wasser ans Land. Die Pilze halfen ihnen dabei, die notwendigen Nährstoffe zu gewinnen. Solange sie im Wasser sind, baden Pflanzen in einer Nährlösung mit allen notwendigen Mineralien. Ihre Energie und organischen Bausteine produzieren sie selbst durch die Photosynthese. Auf dem Boden angekommen, ist die Photosynthese effizienter, weil die Sonnenenergie nicht durch Wasserschichten abgeschwächt wird. Dafür sind aber die Mineralien im Boden weniger verfügbar als im Wasser. Dieses Problem konnten Pflanzen – bis auf wenige Ausnahmen – bis heute nie richtig allein lösen: Die Pflanzenwurzeln sind ohne fremde Hilfe nicht in der Lage, sich aus den zahlreichen mikroskopischen Bereichen im Boden Wasser und Mineralien zu erschließen. Schon die ersten Landpflanzen vor 460 Millionen Jahren waren auf eine Lebensgemeinschaft (Symbiose) mit Pilzen angewiesen, deren Nachfahren an den Wurzeln von etwa 125 000 der heutigen Pflanzenarten so genannte arbuskuläre Mykorrhizen bilden. Bei dieser Symbiose dringt der Pilz in Wurzelzellen der Pflanzen ein. Dort gibt er mineralische Nährstoffe (insbesondere Phosphor) an die Pflanze ab und erhält dafür im Austausch Pflanzenzucker. Alle Pilzpartner von arbuskulären Mykorrhizen gehören der kleinen Gruppe der Glomeromycota an, die erst seit Anfang des 21. Jahrhunderts aufgrund genetischer Untersuchungen eine eigene Abteilung innerhalb der echten Pilze bildet. Bisher wird dieser Pilzgruppe eine geringe Vielfalt von weltweit nur etwa 200 Arten zugerechnet. Molekularanalysen deuten aber bereits auf eine grobe Unterschätzung hin. Sicher ist jedoch, dass jede Art von arbuskulär mykorrhizalen Pilzen sich mit vielen Pflanzenarten einlassen kann. Das wiederum mindert die Konkurrenz zwischen Pflanzenarten und begünstigt die hohe Pflanzenartenvielfalt in tropischen Regenwäldern oder mageren Trockenrasen.

Die Eroberung der Unterwelt

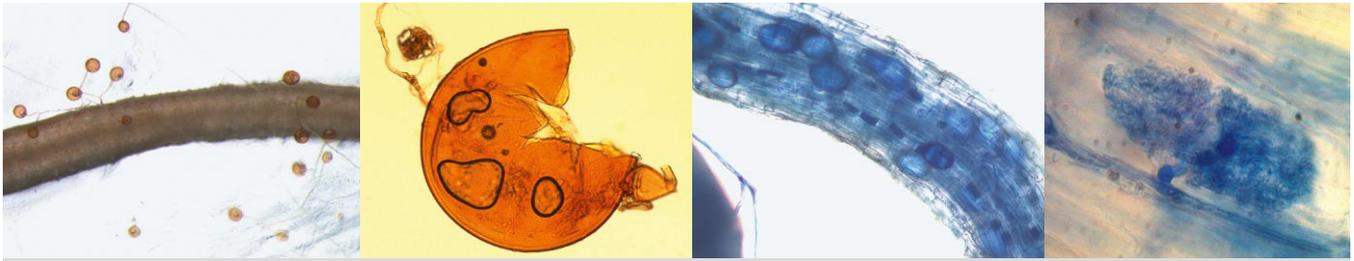
Dank dieser Symbiose mit arbuskulären Mykorrhizen konnten die Landpflanzen Kontinente erobern, und aufgrund unterschiedlicher klimatischer Bedingungen und Höhenlagen entstanden die vielfältigsten Arten. Da sie dabei tendenziell immer größer und höher wurden, entwickelten sie komplexes Stützgewebe. Pflanzen produzierten also immer größere Mengen an Stoffen wie Zellulose, Holz oder schwer abbaubare aromatische Moleküle, die nach Ihrem Tod



Prof. Dr. François Buscot

François Buscot ist Inhaber des Lehrstuhls für Bodenökologie am Institut für Biologie der Universität Leipzig und leitet seit 2005 das Department Bodenökologie am UFZ in Halle. Seine Forschungsschwerpunkte und Expertise sind die strukturelle und funktionelle Vielfalt von Bodenmikroorganismen und Mykorrhizapilzen und deren Einfluss auf die Pflanzendiversität. Seit 2008 ist er Sprecher des Fachkollegiums Pflanzenwissenschaften der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und seit 2010 Vorsitzender der Auswahlkommission vom internationalen Klimaschutzstipendienprogramm der Alexander von Humboldt-Stiftung.

e-mail: francois.buscot@ufz.de



Eine der ältesten Symbiosen zwischen Landpflanzen und Bodenpilzen: die arbuskuläre Mykorrhiza. Pilzmyzel und Sporen um eine Wurzel (links; aufgeplatze Spore, 2.v.l.). In der Wurzel bildet der Pilz Vesikeln (3.v.l.) und Arbuskeln (rechts), um Nährstoffe mit der Pflanze auszutauschen. Sporen von arbuskulären Mykorrhizapilzen wie diese wurden in 460 Millionen Jahre alten Fossilgesteinen gefunden. (Fotos, Stephan König, UFZ)

im Boden als Streu landeten. Weil in der Natur keine Ressource vom Leben unerobert bleibt, passte sich eine unterirdische Lebenswelt an diese neuen Nahrungsquellen an. Eine der wichtigsten ökologischen Funktionen von Bodenorganismen wurden der Abbau und die Verwertung der Streubestandteile abgestorbener Pflanzen. So lässt sich auch erklären, warum die unterirdische Lebensgemeinschaft so vielfältig ist: Der Streuumsatz ist langsam und für manche Bestandteile wie Lignin, den Grundbaustein von Holz, sogar nur partiell. Es reichert sich daher eine Vielfalt von Zwischenprodukten an, die vom Regenwasser in tieferen Schichten mehr oder weniger schnell transportiert werden. Dort reagieren sie mit mineralischen Komponenten, um am Ende eine chemisch betrachtet sehr komplexe organische Bodenfraktion zu produzieren, den Humus. Letztendlich entstehen Bodenprofile mit bis zu mehreren Metern Tiefe und Gradienten von Schichten mit variablen Anteilen an Humus und Mineralien. Böden sind somit sehr heterogen und kleinräumig strukturiert und bieten eine Vielfalt von Habitaten mit verschiedensten Wasser- und Sauerstoffressourcen, pH-Verhältnissen sowie Formen und Konzentrationen von Nährstoffen. Genau hier liegt der Grund für die Vielfalt der Bodenorganismen. Die Faustregel lautet: Je diverser die ökologischen Nischen, umso größer die biologische Vielfalt. Diese Vielfalt wird noch dadurch erhöht, dass die komplexen Stoffab- und -umbauprozesse in Böden nicht von einzelnen Arten, sondern von Lebensgemeinschaften aus Tieren und Mikroorganismen realisiert werden, die oft in Symbiose leben. Termiten können nur mithilfe von symbiotischen Hefen und Bakterien in ihrem Darmtrakt Holz abbauen. Regenwürmer verdauen nur einen Bruchteil der Streu, die sie einnehmen, aber scheiden sie in zerkleinerter Form wieder aus, angereichert mit Schleim und Bakterien, die den Abbau und die Transformation meist nach weiteren Passagen durch den Darmtrakt kleinerer Bodentiere fortsetzen.

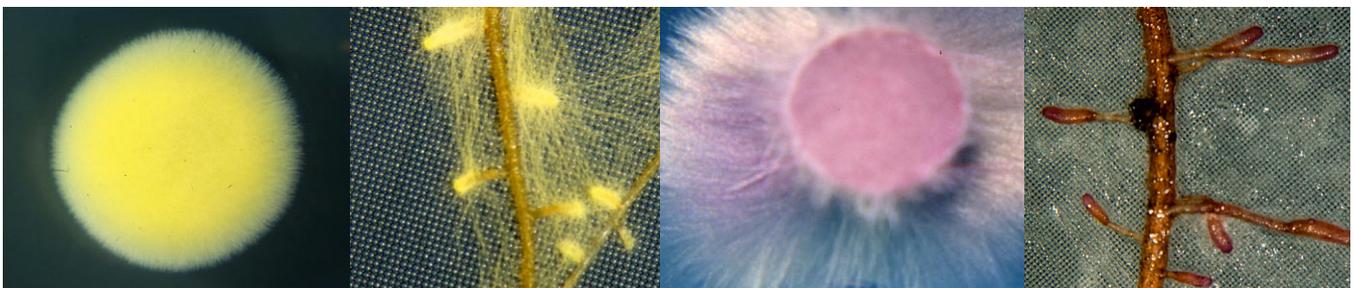
Von Riesen und Zwergen

Durch eine zweite Form von mykorrhizalen Symbiosen fanden Bäu-

me vor zirka 65 Millionen Jahren einen Weg, nicht bis zur kompletten Mineralisierung ihrer Streu abzuwarten, um die eigenen Ressourcen wieder nutzen zu können. Ihre Wurzeln assoziierten sich mit Schlauch- und Ständerpilzen, die zu den Abteilungen der Asco- und Basidiomycota gehören und vormals als Zersetzer oder Parasiten lebten. Diese liefern den Bäumen im Austausch gegen Pflanzenzucker Ressourcen wie Proteine direkt aus der Streu. Diese zweite Wurzelsymbiose wird Ektomykorrhiza genannt. Dabei bildet der Pilz einen Mantel um die Wurzelspitze und besiedelt den Zwischenzellenraum ihrer Peripherie. Man schätzt ein, dass 5.000 bis 15.000 Pilzarten von der Trüffel bis hin zum Fliegenpilz Ektomykorrhizen bilden. Diese Biodiversität lässt sich durch die Vielfalt der Substrate erklären, die Ektomykorrhizapilze nutzen. Unter ihnen befinden sich auch so genannte Stein fressende Pilze („rock eating fungi“) wie der Safrangelbe Hautrindenpilz (*Piloderma croceum*).

Lebenselexier Stickstoff

Die ober- und unterirdische Biodiversität hat eine weitere wichtige Verlinkung: Die Stickstoffversorgung. In Böden liefert verwittertes Grundgestein alle notwendigen Nährstoffe – bis auf Stickstoff. Doch ohne Stickstoff gibt es keine Proteine, keine Enzyme, keine Erbsubstanz, kein Leben. Primäre Stickstoffquelle ist die Luft, die zu fast 80 Prozent aus Stickstoffmolekülen besteht. Diese Moleküle bestehen wiederum aus zwei Stickstoffatomen mit einer so stabilen Verbindung, dass nach dem Haber-Bosch-Verfahren 560 °C und ein Druck von 20 Atmosphären notwendig sind, um daraus Ammonium für Stickstoffdünger zu produzieren. Diese Transformation des Luftstickstoffs zu einer für Organismen brauchbaren Form erledigen in der Natur Bodenbakterien – entweder allein oder in Knöllchensymbiosen mit Wurzeln von Hülsenfruchtpflanzen oder Bäumen wie Akazien oder Erlen. Die biologische Stickstofffixierung ist in der Natur der einzige Eintragungspfad von Stickstoff in Böden. Danach werden die Stickstoffressourcen aus der Streu durch zahlreiche Bodenbakterien und Bodenpilze in einem ewigen Recycling regeneriert. Wenn sich



Der Safrangelbe Hautrindenpilz (*Piloderma croceum*) kann als Myzel (links) sowohl aus Steinen als auch aus Streu mit hohem Holzanteil Nährstoffe gewinnen, die nach Bildung von Ektomykorrhizen (2.v.l.) mit Wurzeln an ihren symbiotischen Baumpartner gegen Zucker ausgetauscht werden. Der Pilz *Laccaria bicolor* bildet auch Ektomykorrhizen (3.v.l.), aber sein Myzel (rechts) ernährt sich nur aus Streu. (Fotos: Sylvie Herrmann, UFZ)

nach dem Rückzug von Gletschern oder nach Vulkanausbrüchen über viele Jahre wieder Pflanzengemeinschaften ansiedeln und Böden entwickeln, spielt diese primäre „Einspritzung“ von Stickstoff aus der Luft eine entscheidende Rolle. Aber die Vielfalt der Mikroorganismen lässt auch zwei Tore zum Entweichen von Stickstoff aus Böden zu. Eine Transformationsform des Stickstoffs im Laufe des Streuabbaus, Nitrat, wird nicht von Böden gehalten, sondern leicht mit dem Sickerwasser in das Grundwasser ausgewaschen. Vom Verlust einer kostbaren Ressource einmal abgesehen, ist Nitrat toxisch für Menschen und Tiere. Eine andere Gruppe von Bakterien ist in der Lage, Nitrat in Stickoxide und Lachgas umzuwandeln, die als Ozonkiller und Treibhausgase aus Böden in die Atmosphäre entweichen. Diese negativen Prozesse hat der Mensch durch die intensive Bewirtschaftung von Böden unter massivem Einsatz von Stickstoffdünger seit der landwirtschaftlichen Revolution stark begünstigt.

Bodenökologie: Vom Stiefkind zum festen Familienmitglied der Biodiversitätsforschung

Die hier nur kurz angerissene Komplexität des Bodens als Lebensraum lässt erahnen, vor welchen Aufgaben die bodenökologische Forschung steht. Wie hoch die Vielfalt der Bodenorganismen ist, kann nur geschätzt werden, denn man sieht sie meist nicht. Viele sind einfach zu klein und lassen sich außerhalb der Böden nicht isolieren oder kultivieren. Den Löwenanteil der Biodiversität in Böden stellen die Mikroorganismen mit schätzungsweise 30.000 Bakterienarten, 60.000 Arten von Algen und über 1,5 Million Arten von Pilzen. In Böden leben auch sehr viele Tiere – von Einzellern wie Amöben bis hin zu Säugetieren wie Maulwürfen. Die moderne Wissenschaft bietet verschiedene Möglichkeiten, die Biodiversität, Prozesse und Regulationsfunktionen in Böden zu studieren. Oft wird die mikrobiologische Diversität nur grob und quantitativ über Messungen von Atmung und enzymatischen Aktivitäten erfasst. Auch werden Bestandteile der Zellmembranen (Phospholipidfettsäuren) aus Böden extrahiert und dosiert, um den Anteil von großen Gruppen wie Pilzen und Bakterien an der Bodenbiomasse zu berechnen. Im Zusammenhang mit Aktivitätsmerkmalen wie Stofftransformationen oder Isotopenfraktionierung liefert die Bestimmung der Biomasse wertvolle Hinweise über die Funktion und Gesundheit von Böden. Eine Schwermetallkontamination erzeugt beispielsweise Stress und verringert die Biomasse bei erhöhter Atmung. Heute erfährt die bodenökologische Forschung einen Aufschwung durch den Einsatz molekularbiologischer Methoden. Erbsubstanz, Transkriptionsprodukte und Proteine lassen sich aus Böden extrahieren und analysieren. Die Vielfalt und Funktionen der Organismen können inzwischen mit modernen Hochdurchsatzsequencern sehr genau erfasst werden. Nach Jahrzehnten der Vernachlässigung spielt der Boden in modernen Biodiversitätsstudien eine immer größere Rolle. So haben Mitarbeiter des Departments Bodenökologie am UFZ vor kurzem im Rahmen einer interdisziplinären Studie zeigen können, dass ein Verlust der Artenvielfalt von Pflanzen nicht nur die oberirdische Nahrungskette beeinträchtigt, sondern auch die Vielfalt und Funktion der Bodenorganismen und damit das gesamte ökosystemare Gleichgewicht.

Ein Hektar Boden beinhaltet mehr als 20 Tonnen Bakterien und Pilze (Trockengewicht). Unter einem Quadratmeter Boden verlaufen etwa ein Kilometer Regenwurmgalerien und mehrere Tausend Kilometer Pilzfäden. Diese dunkle Welt ist artenreicher als der schönste Regenwald, sie ernährt unsere Pflanzen und darüber hinaus unsere Tiere und uns selbst. Sie regeneriert unser Wasser direkt und indirekt unsere Luft. Sie entgiftet unsere Ökosysteme und bietet unerschlossene Ressourcen für die Medizin und die Biotechnologie.

Genügend Gründe, die unterirdische Biodiversität genauso zu schätzen und zu schützen wie die oberirdische. ■■■

Referenzen (Auswahl):

Scherber C, Eisenhauer N., Weisser W.W., Schmid B., Voigt W., Fischer M., Schulze E.D., Roscher C., Weigelt A., Allan E., Beßler H., Bonkowski M., Buchmann N., Buscot F., Clement L.W., Ebeling A., Engels C., Halle S., Kertscher I., Klein A.M., Koller R., König S., Kowalski E., Kummer S., Kuu A., Lange M., Lauterbach D., Middelhoff C., Mignunova V.D., Milcu A., Müller R., Partsch S., Petermann J.S., Renker C., Rottstock T., Sabais A., Scheu S., Schumacher J., Temper-ton W.M. & Tscharnkte T. (2010) Bottom-up effects of plant diversity on biotic interactions in a biodiversity experiment doi:10.1038/nature09492

Buscot F. Varma A. Eds. (2005). Microorganisms in soils: Roles in genesis and functions. Soil Biology, Vol. 3, Springer Verlag, Heidelberg

Buscot F., Hampp R., Nehls U., Charcosset J.Y., Gardes M., Munch J.C. (2000): Recent advances on physiology and biodiversity of ectomycorrhizas. How do they contribute to comprehension of the functioning of this symbiosis in ecosystems. FEMS Microbiological Reviews. 699, 1–14.

König S, Wubet T, Dormann C, Hempel S, Renker C, Buscot F (2010) TaqMan Realtime PCR assays to assess arbuscular mycorrhizal responses to field manipulation of grassland biodiversity: effects of soil characteristics, plant species richness and functional traits. Applied and Environmental Microbiology 76, 3765-3675

Theuerl S, Buscot F (2010) Laccases: toward disentangling their diversity and functions in relation to soil organic matter cycling. Biology and Fertility of Soils 46, 215-225.



Prof. Dr. Andreas Huth

Er ist Leiter einer Forschergruppe am Department „Ökologische Systemanalyse“ am UFZ und Inhaber eines Lehrstuhls an der Universität Osnabrück. Seine Forschungsschwerpunkte sind Ökologische Modellierung, Wälder, Kohlenstoffbilanzen und Fernerkundung.
e-mail: andreas.huth@ufz.de



Andreas Werntze

Andreas Werntze ist Forstwissenschaftler. In der Wissenschaftlichen Begleitung am UFZ koordinierte und moderierte er von 2006 bis 2010 den BMBF-Förderschwerpunkt „Nachhaltige Waldwirtschaft“. Derzeit ist er in der Wissenschaftlichen Koordination und Synthese des BMBF-Förderschwerpunktes „Nachhaltiges Landmanagement“ tätig. Seine Arbeitsschwerpunkte sind die übergreifende Koordination, Kommunikation und Vernetzung transdisziplinärer Verbundforschungsprojekte in Großforschungsprogrammen.
e-mail: andreas.werntze@ufz.de

Wird über die hohe Artenvielfalt oder die Bedeutung von Wäldern als Kohlenstoffspeicher gesprochen, denken wir zunächst an die tropischen Regenwälder. Doch auch in Europa und hierzulande berührt der Wald das tägliche Leben in unserer Gesellschaft – ob als Lebensraum für Tiere und Pflanzen, als Holzlieferant oder einfach beim Spaziergang im Wald.

Wälder in Europa

Wälder sind auch in Mitteleuropa die artenreichsten Ökosysteme. Allein für Europa schätzen Wissenschaftler die Anzahl der Baumarten auf mehrere Hundert. Wald und Bäume haben eine bedeutende Rolle beim Schutz der Artenvielfalt. In Deutschland zählt der Wald zu den Kulturlandschaften und ist nach der Landwirtschaft die flächenmäßig bedeutendste Landnutzungsform mit einem Anteil von etwa 31 Prozent, das sind zirka elf Millionen Hektar. Davon nutzen wir den allergrößten Teil als Wirtschaftswälder. Das schließt den Schutz und die Förderung von Biodiversität aber keineswegs aus. Die „naturnahe Forstwirtschaft“ ist ein Erfolg versprechendes Konzept im Spannungsfeld – oder besser im Sinne einer Balance – von wirtschaftlicher Nutzung und Naturschutzfunktion.

Historische Entwicklung

Ohne den menschlichen Nutzungseinfluss würden an den meisten Standorten Laub- und Laubmischwälder, überwiegend mit Buche, dominieren. Das natürliche Areal von Nadelwäldern ist auf mittlere und höhere Lagen der Gebirge (Fichte, Tanne, Lärche) bzw. auf sehr trockene oder sehr nasse, besonders nährstoffarme Standorte (Kiefer) beschränkt. Unsere Wälder sind bis auf wenige Bereiche durch Jahrhunderte lange Nutzung geprägt (extreme Holznutzung nach Kriegen und zum Aufbau von Industrien). Regeln zum Schutz der Wälder waren notwendig, die in erster Linie die Ressource Holz als wichtige Lebens- und Wirtschaftsgrundlage schützen sollten. Da sich die Regeln bis Mitte des 20. Jahrhunderts nur langsam durchsetzen, konnten sich zahlreiche (Baum-)Arten an diese wirtschaftsweise anpassen und sogar neue Lebensräume erschließen. Ein Beispiel dafür sind die nur unter anthropogener Beeinflussung existenzfähigen Nieder- und Mittelwälder, die heute beispielsweise



Ohne den menschlichen Nutzungseinfluss würden an den meisten Standorten Laub- und Laubmischwälder, überwiegend mit Buche, dominieren.

noch in Frankreich zu finden sind und eine extrem hohe Artenvielfalt aufweisen. Die fortschreitende Veränderung von Waldökosystemen ging also teilweise mit einer Zunahme der biologischen Vielfalt einher.

Biodiversität, Waldnutzung und ihre Wirkung auf Waldökosysteme

Eine hohe Biodiversität im Wald bringt meist eine höhere Stabilität der Waldökosysteme mit sich. Sie sind gegenüber Störungen wie Wetterextremen und Schadinsekten weniger anfällig. Umgekehrt reagieren Wälder mit geringer Artenvielfalt stärker auf solche Einflüsse und sind stör anfälliger. Daher ist eine möglichst hohe Biodiversität ein wichtiges und grundsätzlich anzustrebendes Ziel für alle Wälder – sowohl für naturnahe Wälder als auch für Wirtschaftswälder. Biologische Vielfalt ist in jedem Falle ein „Helfer“ des Waldes. Weg von



Holz ist unersetzbar. Der Mensch braucht es – ob als Papier, Möbelstück, ganzes Haus oder indirekt als Strom und Heizungswärme. Die Nachfrage steigt weltweit seit Jahren.

früheren Kahlschlagsmethoden nutzt die moderne Forstwirtschaft heute Bäume einzelstamm- bis kleingruppenweise. Die gängige forstliche Praxis einer naturnahen einzelstammweisen Nutzung steht nicht im Widerspruch zur natürlichen Biodiversität – ganz im Gegenteil. Diese Nutzungsform schafft eine strukturelle Vielfalt in Waldbeständen, die ein Nebeneinander einer großen Zahl von Lebewesen ermöglicht. Und um artenreiche Wälder in den Tropen zu entlasten und den Holzeinschlag zu mindern, sollten wir unsere Wälder in Europa nachhaltig nutzen. Für dieses Ziel ist der intensive Austausch zwischen unterschiedlichen Akteuren – Waldbesitzern, Naturschützern, Behörden, Freizeitnutzern etc. – notwendig.

Option für eine biodiversitätsfördernde Landnutzung

Eine relativ neue und für die Artenvielfalt interessante Nutzungsform ist der Agroforst (Werntze 2010). Landwirte bauen beispielsweise Wertholzbäume in Kombination mit verschiedenen Getreidesorten an. Ackerflächen erfahren durch Gehölzstreifen eine ökologische Aufwertung: Agroforstsysteme bieten zahlreiche ökologische Vorteile, mindern die Erosion, bieten für Weidetiere Schutz bei extremen Witterungsverhältnissen und tragen zur Erhöhung der Biodiversität bei (Agroforst 2008). In solchen Agroforst-Kulturlandschaften verbinden Baumreihen die Anbauflächen und wirken der Zerstückelung und Verinselung von Landschaften entgegen. So könnten auch insgesamt der genetische Austausch sowie die Biodiversität gefördert und geschützt werden. Darüber hinaus haben solche Nutzungsformen auch einen ästhetischen Effekt: Das Schöne mit dem Nützlichen verbinden. Ein Ansatz, den wir in der Betrachtung der Biodiversitätsziele beherzigen sollten.

Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ) begleiteten von 2006 bis 2010 den Förderschwerpunkt „Nachhaltige Waldwirtschaft“. Sie hatten die Aufgabe, die deutsche Forst- und Holzwirtschaft in einem großen Förderprogramm zu vernetzen und wichtige Infrastrukturen für Kommunikation und Wissenstransfer aufzubauen. So konnte ein wichtiger Beitrag für eine erfolgreiche Forstforschung unter Beteiligung von Akteuren aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik gewährleistet werden.

Tropische Regenwälder: das artenreichste Ökosystem der Erde

Fast die Hälfte der Wälder auf unserem Planeten liegt in den Tropen. Es gibt noch große Regenwaldgebiete in Amerika, Afrika und Asien. Ihre Gesamtfläche umfasst etwa 1.150 Mio. Hektar. Das entspricht ungefähr der Größe Europas. Experten vermuten, dass in den Tropenwäldern 50 bis 75 Prozent der Pflanzen- und Tierarten der Erde beheimatet sind, ganz genau weiß man das nicht. So schätzt man, dass es in den Tropen über 50.000 verschiedene Baumarten gibt. Die lokale, regionale und globale Bedeutung der Tropenwälder ist vielfältig. Sie sind Lebensraum verschiedener Naturvölker und Lieferanten lokaler Nahrungsmittel (Früchte, Nüsse, Wild, Fisch), Kautschuk, Harzen, Rattan, medizinisch nutzbarer Pflanzen sowie von Brenn- und Nutzholz. Fast die Hälfte des weltweit genutzten Holzes stammt aus tropischen Wäldern. Tropische Wälder beeinflussen das regionale und globale Klima, da sie eine hohe Wasserverdunstung haben. Teile des Amazonas-Regenwaldes haben durch großflächige Abholzung vermutlich schon jetzt längere Trockenzeiten. Tropenwälder spielen auch eine besondere Rolle im globalen Kohlenstoffkreislauf. Die Wälder dieser Region enthalten etwa 40 Prozent des in der globalen Vegetation gespeicherten Kohlenstoffes und binden jedes Jahr etwa zwei Mrd. Tonnen Kohlenstoff. Experten schätzen, dass durch die Waldzerstörung zwischen einer und drei Mrd. Tonnen Kohlenstoff jährlich freigesetzt werden. Das macht gut ein Drittel der durch den Menschen verursachten CO₂-Emissionen aus.

Waldzerstörung und Verlust der Biodiversität

Die Zerstörung der Tropenwälder hat diese Wälder verstärkt ins öffentliche Interesse gerückt. Nach wie vor ist der Rückgang an Waldflächen sehr hoch. Die jährlichen Waldverluste liegen bei etwa 0,5 Prozent oder 5,5 Mio. Hektar. So ist im Zeitraum von 2000 bis 2005 die Waldfläche in den Tropen von 1.156 Mio. Hektar auf 1.139 Mio. Hektar zurückgegangen. Die Verluste betragen hierbei in Lateinamerika 16,3 Mio. Hektar, in Asien 9,2 Mio. Hektar und in Afrika 1,4 Mio. Hektar. Zum Vergleich: Deutschland umfasst eine Fläche von 37 Mio. Hektar. Aktuelle Zahlen belegen, dass sich diese hohen Waldverluste auch weiterhin fortsetzen. Die Ursachen der Tropenwaldzerstörung sind sehr vielfältig. Die Waldzerstörung durch den Menschen wird im Wesentlichen durch Wanderfeldbau, kommerzielle Landwirtschaft (z. B. Ölpalm-, Kakao-, Sojaanbau oder Rinderzucht) und Holznutzung verursacht, die Anteile werden auf etwa 50 Prozent, 40 Prozent und 10 Prozent geschätzt. Regional können sich die Gewichte verschieben. So ist in Südostasien der Anteil der Holznutzung an der Waldzerstörung erheblich höher. Der Grund dafür ist, dass die dortigen Wälder viele kommerziell verwendbare Holzarten enthalten. Außerdem hat die Erschließung der Wälder für die Holznutzung oftmals eine Vorreiterfunktion für die Besiedelung und landwirtschaftliche Nutzung.

Schutz von Tropenwäldern

Die besondere Bedeutung und die Funktionen der Tropenwälder haben weltweit die Bemühungen verstärkt, sie zu schützen und zu erhalten. Aus ökologischer Sicht wäre es wünschenswert, möglichst

große Waldgebiete unter ein vollständiges Nutzungsverbot zu stellen. Da sich aber oft zumindest eine teilweise Nutzung nicht vermeiden lässt, werden seit längerem angepasste bzw. nachhaltige Nutzungsformen entwickelt. In diese Richtung zielt auch die Zertifizierung von Holznutzung. Tropenholz, welches aus einer vorbildlichen Bewirtschaftung stammt, wird mit einem Gütesiegel versehen. In Deutschland findet man mittlerweile zahlreiche Produkte wie Gartenmöbel, Bücher oder das Papier, auf dem Bahnfahrkarten gedruckt werden, mit einem solchen Siegel (z.B. FSC Forest Stewardship Council). Etwa zwei Prozent aller Waldgebiete sind bereits zertifiziert – und die Anzahl nimmt weiter stark zu.



Für die Entwicklung nachhaltiger Nutzungskonzepte sind Waldsimulationsmodelle ein wichtiges Analysewerkzeug. Für den Regenwald ist das eine besondere Herausforderung, da sie besonders komplex sind – bis zu 200 verschiedene Baumarten pro Hektar.

Waldmodelle helfen, den Wald zu schützen und die Bedeutung der Biodiversität zu quantifizieren

Für die Entwicklung nachhaltiger Nutzungskonzepte sind Waldsimulationsmodelle ein wichtiges Analysewerkzeug. Mit solchen Modellen lassen sich verschiedene Holznutzungsszenarien simulieren, um so die langfristigen Folgen für den Wald abzuschätzen. Die Entwicklung von Waldsimulationsmodellen für den Regenwald ist eine besondere Herausforderung, da Regenwälder besonders komplex sind (bis zu 200 verschiedene Baumarten pro Hektar). Regenwaldmodelle können natürlich nur die ökologischen Prozesse berücksichtigen, die derzeit bekannt sind. Waldmodelle beschränken sich daher meist auf die Beschreibung der Entwicklung des Baumbestandes. Aus dem Zustand des Baumbestandes kann in vielen Fällen auf die Entwicklung des Tierbestandes, z. B. bei Vögeln, zurückgeschlossen werden. Eine Forschungsgruppe um Andreas Huth am UFZ in Leipzig beschäftigt sich seit vielen Jahren mit der Modellierung von Wäldern. Sie hat verschiedene Regenwaldmodelle entwickelt, die für eine breite Palette von Forschungsfragen eingesetzt werden. Die beiden wichtigsten Modelle sind die Waldmodelle FORMIX3 und FORMIND, welche international anerkannt und verbreitet sind. Diese Modelle wurden bereits auf zahlreiche Wälder in den Tropen erfolgreich angewendet (z.B. in Borneo und Südamerika). So wird untersucht, wie die Biodiversität die Stabilität und Kohlenstoffbindung in diesen Wäldern beeinflusst. ■

Referenzen (Auswahl):

Werntze, A. (2010): Agroforstsysteme – die Zukunft der Landnut-



Immer mehr Holz, das aus einer vorbildlichen Bewirtschaftung stammt, wird mit einem Gütesiegel versehen. In Deutschland findet man mittlerweile zahlreiche Produkte wie Gartenmöbel, Bücher oder Papier mit einem Siegel wie dem FSC Forest Stewardship Council.

Foto: Andreas Huth, UFZ

zung? LandInForm – Magazin für Ländliche Räume. Nr. 1, 2010, S 46 – 47.

Agroforst (2008): Neue Optionen für eine nachhaltige Landnutzung. Schlussbericht des Verbundprojektes Agroforst im BMBF-Förderschwerpunkt „Nachhaltige Waldwirtschaft“. Freiburg 2008. www.agroforst.uni-freiburg.de

Biermayer, G. (2010): Biodiversität und Forstwirtschaft. Es gibt keinen fundamentalen Gegensatz zwischen Naturschutz und naturnaher Waldnutzung. LWF aktuell Nr. 76, Seite 4–6.

BMELV (2007): Agrobiodiversität erhalten, Potenziale der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft erschließen und nachhaltig nutzen. Eine Strategie des BMELV für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt für die Ernährung, Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft. BMELV, Bonn.

Fischer, A.; Mayer, P.; Schopf, R.; Liepold, K.; Gruppe, A.; Hahn, C.; Agerer, R. (2003): Biodiversitätsforschung in ungenutzten und genutzten Wäldern. LWF aktuell Nr. 41, Seite 4–5.

Häusler, A., Scherer-Lorenzen, M., (2002): Nachhaltige Forstwirtschaft in Deutschland im Spiegel des ganzheitlichen Ansatzes der Biodiversitätskonvention. BfN-Skripten 62.

Reeg, T., Bemann, A., Konold, W., Murach, D., Spiecker, H. (2009): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

Schröter H.-J. (2002): Biodiversität und Waldschutz – ein Widerspruch? Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung, Bd. 18, S. 137–145.

Köhler, P., Huth, A. (2010) Towards ground-truthing of spaceborne estimates of above-ground life biomass and leaf area index in tropical rain forests Biogeosciences 7 (8), 2531 – 2543

Huth, A., Ditzer, T. (2001) Long-term impacts of logging in a tropical rain forest - a simulation study. Forest Ecology and Management 142: 35 – 51.

NEFO – DAS INFORMATIONSNETZWERK FÜR BIODIVERSITÄTSWISSEN IN DEUTSCHLAND

„Der globalen Querschnittsaufgabe, biologische Vielfalt zu bewahren, ist Politik allein nicht gewachsen. Sie ist auf Unterstützung angewiesen – insbesondere seitens der Wissenschaft.“ (Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel im Grußwort an die 40. Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie im August 2010)

Entscheidungen der Politik über den künftigen Umgang mit den Ökosystemen der Welt sollten auf allen Verwaltungsebenen idealerweise auf bester Wissensbasis erfolgen. Gleichzeitig muss eine Gesellschaft, die ihre natürlichen Ressourcen erhält und nachhaltig nutzt, über die Zusammenhänge von Lebensweisen und deren Auswirkungen auf die biologische Vielfalt aufgeklärt werden, um Verhaltensänderungen zu bewirken. Die Biodiversitätsforschung mit all ihren Disziplinen schafft die Datenbasis, die die Einschätzung der Lage erst möglich macht, und erarbeitet gesellschaftlich umsetzbare Lösungsansätze. Sie hat also ganz offensichtlich eine essentielle Rolle und Verantwortung bei den Bemühungen, den massiven Verlust der biologischen Vielfalt aufzuhalten.

Leistungen der Biodiversitätsforschung müssen sichtbarer werden

Um den gezielten Informationsaustausch der Forschung mit Politik und Gesellschaft zu verbessern, wurde im April 2009 auf Initiative von DIVERSITAS Deutschland e.V. das Projekt Netzwerk-Forum zur Biodiversitätsforschung Deutschland (NeFo) eingerichtet. Wie der Name verrät, hat das Projekt eine zweigeteilte Struktur: Das Netzwerk soll Austausch und Zusammenarbeit zwischen den Forschungsdisziplinen fördern, die bisher noch wenig vernetzt sind.

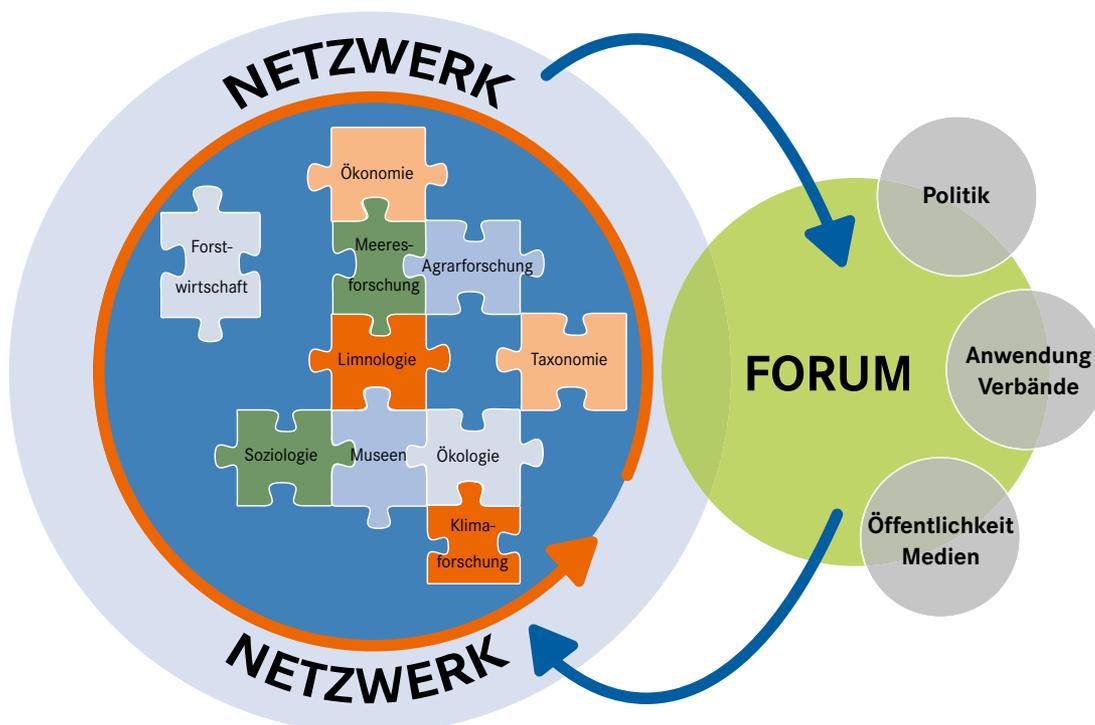
Das Forum fördert den gezielten Dialog dieses Forschungsnetzwerkes mit der Öffentlichkeit und dem politischen Umfeld.



Kompetenz als Politik-Schnittstelle für Biodiversitätsforschung national und international

Das UFZ leitet das Projekt und ist mit dem größten Arbeitspaket an NeFo beteiligt. Während die forschungsinterne Kommunikation (Netzwerk) von drei Mitarbeitern am Museum für Naturkunde in Berlin und der Universität Potsdam koordiniert wird, widmen sich fünf UFZ-Mitarbeiter der Einbindung der deutschen Biodiversitätsforscher in Politikprozesse auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene. Diese dezentrale Struktur ist bewusst gewählt, um als neutrales Serviceangebot wahrgenommen zu werden und so eventuelle Hürden zur Beteiligung auf Seiten der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler so gering wie möglich zu halten.

Das **Forum** ist im UFZ-Department Naturschutzforschung verankert. Es arbeitet als so genannte Science-Policy-Schnittstelle eng mit Forschungsinstitutionen, Forschungsgesellschaften, Behörden und anderen Institutionen auf allen Verwaltungsebenen zusammen. Als Experten und zeitweise als Teil der deutschen Delegation des BMU beteiligen sich die Mitarbeiter an den internationalen Konferenzen des Übereinkommens über die Biologische Vielfalt (CBD) und



erstellen Berichte und Analysen der politischen Entwicklungen für die Forschung. Für politische Entscheidungsträger erarbeiten sie gemeinsam mit den Fachexperten Informationsmaterial in Form von Überblicksstudien und Faktenblättern zu politisch aktuellen Themen. Darüber hinaus stehen sie als „Service-Zentrum“ Interessierten aus Behörden, Medien und NGOs für direkte Anfragen und Expertenvermittlung zu Aspekten der Biodiversitätsforschung zur Verfügung. Als Basis für die Arbeit dient eine eigens recherchierte deutschlandweite Datenbank mit mittlerweile 500 Einträgen von Arbeitsgruppen aller relevanten Disziplinen.

Informationsquelle für drei Zielgruppen – das NeFo-Webportal

Das Hauptinformationsinstrument von NeFo ist das Internetportal www.biodiversity.de. Hier werden aktuelle Forschungsergebnisse aus der Biodiversitätsforschung, wichtige Termine wie Konferenzen und aktuelle Förderausschreibungen, Meinungsbilder und Hintergrundinformationen gezielt für die drei Zielgruppen Forschung, Politik und Presse selektiert und aufbereitet angeboten. Diese Meldungen sowie weitere Produkte von NeFo werden regelmäßig alle zwei Monate in einem E-Mail-Newsletter zielgruppenspezifisch an angemeldete Interessenten verschickt.

Für wichtige Ereignisse in Politik oder Biodiversitätsforschung werden eigene Themenblöcke mit Informationsmaterial für Interessenten aller Zielgruppen eingerichtet. Darüber hinaus soll das Onlineportal dazu dienen, der riesigen Gemeinschaft der Biodiversitätsforscher in Deutschland ein Gesicht zu geben und somit plastischer für sich selbst und die Außenwelt zu machen. Hierzu können die Forscher ein Profil anlegen, das die eigene Institution, Forschungsfelder und aktuelle Projekte präsentiert. Die aktive, an aktuellen biodiversitätsrelevanten Ereignissen orientierte Pressearbeit findet ebenfalls vor allem über das Online-Portal statt. Hier werden monatlich Pressepakete in Form von Überblicksartikeln und Interviews mit Vertretern aus dem Netzwerk zu ausgewählten Schwerpunktthemen angeboten.

Schwerpunkte 2010 und 2011

Im zu Ende gehenden Internationalen Jahr der biologischen Vielfalt 2010 der UN lag der Schwerpunkt auf internationalen Politikprozessen im Rahmen der CBD. Wichtigstes Ereignis in diesem Kontext waren die Veröffentlichung des Global Biodiversity Outlook 3 und die 10. Vertragsstaatenkonferenz zur Biodiversität im Oktober 2010 in Nagoya/Japan. NeFo erstellte dazu Positionspapiere und Stellungnahmen, organisierte Workshops zu aktuellen Fragestellungen in Politik und Forschung, erarbeitete mit den Teilnehmern aus Forschung, Verwaltung und Umweltorganisationen einen Katalog von wichtigen „Post-2010-Zielen“ zur Erhaltung der biologischen Vielfalt und ein Positionspapier über einen möglichen Mehrwert durch die gemeinsame europäische Forschungsdateninfrastruktur LifeWatch.

Die Bundesregierung plant für das Jahr 2011 den Start eines Bundesprogrammes Biologische Vielfalt. NeFo hat hierzu mit über 40 Expertinnen und Experten ein Positionspapier erarbeitet, das Ansatzpunkte aufzeigt, wie Wissenschaft und Praxis im Naturschutz in Deutschland wieder besser verbunden werden können.

Weitere Informationen: www.biodiversity.de

UFZ-Ansprechpartner:



■ **PD Dr. Klaus Henle**

e-mail: klaus.henle@ufz.de



■ **Dr. Carsten Nesshöver
(Projektkoordination)**

e-mail: carsten.nesshoever@ufz.de



■ **Sebastian Tilch
(Öffentlichkeitsarbeit)**

e-mail: sebastian.tilch@ufz.de



■ **Dr. Axel Paulsch
(Politik-Schnittstelle)**

e-mail: axel.paulsch@ufz.de



■ **Dr. Elisabeth Marquard
(Politik-Schnittstelle)**

e-mail: elisabeth.marquard@ufz.de

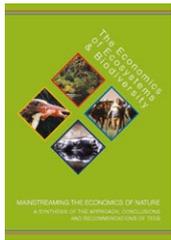
KURZMELDUNGEN – PROJEKTE, PUBLIKATIONEN

(Auswahl. Einen vollständigen Überblick erhalten Sie über: www.ufz.de/biodiversitaet/)

TEEB – THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY

TEEB wird unter der Schirmherrschaft der Vereinten Nationen durchgeführt und von der Europäischen Union, dem deutschen Umweltministerium sowie Ministerien aus Großbritannien, Norwegen, Schweden und den Niederlanden finanziell unterstützt. Die wissenschaftliche Koordination erfolgt am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ).

TEEB-Berichte für verschiedene Zielgruppen sind:



- ▶ TEEB-D0 ökologische und ökonomische Grundlagen (10/2010)
- ▶ TEEB-D1 für nationale und internationale Entscheidungsträger (11/2009)
- ▶ TEEB-D2 für lokale und regionale Entscheidungsträger (09/2010)
- ▶ TEEB-D3 für Unternehmen (07/2010)
- ▶ TEEB-D4 für Bürger
(www.teeb4me.com, 10/2010)

Auf der COP 10, der UN-Biodiversitätskonvention im Oktober 2010 in Nagoya (Japan), wurde außerdem der TEEB-Synthesebericht vorgestellt, der Kernaussagen aus allen TEEB-Berichten zusammenfasst. www.teebweb.org

Kontakt: Dr. Heidi Wittmer, Dept. Umweltpolitik,
heidi.wittmer@ufz.de
Dr. Carsten Neßhöver, Dept. Naturschutzforschung,
carsten.nesshoever@ufz.de
Prof. Dr. Bernd Hansjürgens, Dept. Ökonomie,
bernd.hansjuergens@ufz.de

PROJEKT SCALES

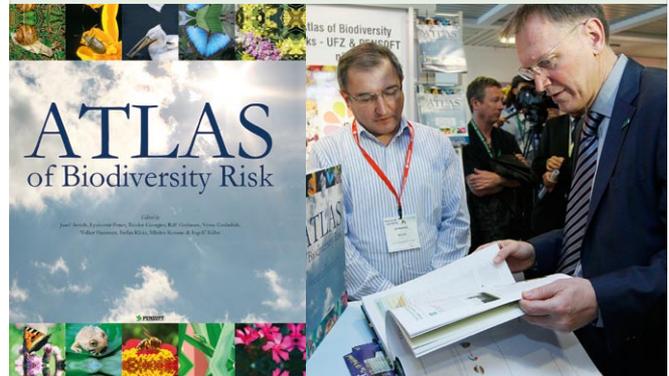
(Securing the Conservation of biodiversity across Administrative Levels and spatial, temporal, and Ecological Scales)

Die EU fördert bis 2014 das vom UFZ koordinierte Projekt SCALES mit knapp 7 Millionen Euro. Belastungen durch Mensch und Umwelt beeinflussen die biologische Vielfalt auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen. Ziel des Projektes ist es deshalb, für unterschiedliche Ebenen in Administration und Planung geeignete Bewertungsmethoden und Politikinstrumente zur Verfügung zu stellen, die den Anforderungen eines effektiven Schutzes der Biodiversität auf verschiedenen Skalen genügen. Dazu untersuchen die Wissenschaftler u. a. die sozioökonomischen Triebkräfte und Folgen von Veränderungen, verbessern Analysemethoden, entwickeln neue Methoden für ein Up- und Downscaling, bewerten die Effektivität und Effizienz politischer Instrumente und übersetzen die Ergebnisse ihrer Untersuchungen in Empfehlungen für Politik und Management. Im Projekt SCALES arbeiten 28 Partner aus 19 Ländern zusammen.

www.scales-project.net

Kontakt: PD Dr. Klaus Henle, Dept. Naturschutzforschung,
klaus.henle@ufz.de

ATLAS OF BIODIVERSITY RISK



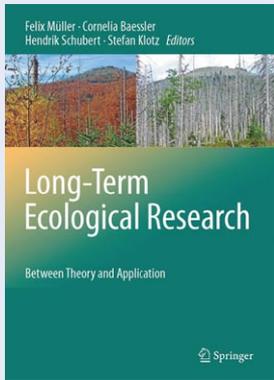
Der Atlas kombiniert die Hauptergebnisse des großen EU-Forschungsprojektes ALARM (68 Partner aus 35 Ländern in Europa und Übersee) mit Kernergebnissen aus zahlreichen anderen Forschungsnetzwerken. Insgesamt haben 366 Autoren aus über 180 Institutionen in 43 Ländern zum 280 Seiten starken Atlas beigetragen. Die elf Kapitel orientieren sich an den Belastungen für die Artenvielfalt und sind durch über 100 Fallstudien untermauert. Das Werk wurde Anfang Juni im Rahmen der Grünen Woche 2010 in Brüssel vorgestellt, zu der die Europäische Union knapp 4.000 Teilnehmer eingeladen hatte. Der neue „Atlas der Biodiversitätsrisiken“ ist der erste seiner Art, der die Hauptfaktoren zusammenfasst, die zum Verlust der Artenvielfalt auf europäischer und globaler Ebene führen – Globaler Klima- und Landnutzungswandel, Umweltverschmutzung, Verlust an Bestäubern und biologische Invasionen – und aufzeigt, welche sozio-ökonomischen Auswirkungen und Konsequenzen damit verbunden sind. Als Basis für die vorhergesagten Effekte und möglichen Handlungsoptionen dienen drei verschiedene Zukunftsszenarien: a) das Szenario kontinuierlichen ökonomischen Wachstums (GRAS), b) ein „Fast-Weiter-So-Szenario“ (BAMBU) und c) ein Nachhaltigkeits-orientiertes Szenario (SEGD).

Der Atlas richtet sich an ein breites Publikum: Wissenschaftler können darin Zusammenfassungen von Methoden, Ansätzen und Fallstudien finden. Für Naturschützer und politische Entscheidungsträger sind leicht verständliche Empfehlungen gedacht, die auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen. Dozenten und Lehrer können Beispiele herausgreifen, um die großen Herausforderungen unseres Jahrhunderts im globalen Umweltwandel zu erklären. Die Autoren um PD Dr. Josef Settele vom UFZ wollen mit dem Atlas verdeutlichen, dass nicht eine einzelne politische Maßnahme die Artenvielfalt retten wird, sondern dass eine systematische Überprüfung aller Politikfelder notwendig ist, die die Biodiversität betreffen. Forschungsergebnisse sollten daher genutzt werden, um Programme kontinuierlich zu aktualisieren und Politiken nachhaltig weiter zu entwickeln.

Pensoft. Sofia. ISBN 978-954-642-446-4

Kontakt: PD Dr. Josef Settele, Dr. Ingolf Kühn, Dept. Biozönoseforschung, josef.settele@ufz.de, ingolf.kuehn@ufz.de

BUCH "LONG-TERM ECOLOGICAL RESEARCH"



Mit dem Buch "Long-Term Ecological Research – Between Theory and Application", das im Rahmen des deutschen Netzwerkes LTER-D Ende Juni erschienen ist, soll eine Wissenslücke auf dem Gebiet der Erforschung komplexer ökologischer Langzeitprozesse geschlossen werden. Es werden theoretische Fragestellungen zu Langzeitprozessen, die internationale Dimension von Langzeitmonitoring und Forschung zusammengeführt. Das Buch vereint

Konzepte und Resultate von Fallstudien in sowohl aquatischen als auch terrestrischen Ökosystemen, wobei unterschiedliche zeitliche und räumliche Skalen – von Lebensgemeinschaften über Ökosysteme bis hin zur Landschaft Berücksichtigung finden. Das Buch richtet sich nicht nur an Fachleute aus Ökologie, Naturschutz und Forschung, sondern auch an Verantwortliche und Manager aus Naturschutzbehörden.

Das Netzwerk LTER-D wurde 2005 gegründet und umfasst bisher 15 Untersuchungsgebiete in Deutschland. Mitglieder sind Universitäten, Nationalparke und Biosphärenreservate sowie Zentren der außeruniversitären Forschung wie das UFZ. LTER-D ist Mitglied im internationalen Netzwerk ILTER und im europäischen Netzwerk LTER Europa.

Long-Term Ecological Research (Between Theory and Application)
Müller, F.; Baessler, C.; Schubert, H.; Klotz, S. (Eds.)
1st Edition., 2010, XVII, 456 p., Hardcover, 139,- Euro
ISBN: 978-90-481-8781-2

Kontakt: Dr. Stefan Klotz, Dept. Biozönoseforschung,
stefan.klotz@ufz.de

PROJEKT GLUES

(Global Assessment of **L**and **U**se Dynamics on Greenhouse Gas Emissions and **E**cosystem **S**ervices)

Mit dem Erfolg des UFZ-Projektantrages GLUES hat das UFZ die wissenschaftliche Koordination und Synthese des neuen BMBF-Programms zur Nachhaltigen Landnutzung übernommen. Aufgabe von GLUES ist die Förderung von internationalen und interdisziplinären Kooperationen der regionalen Forschungsprojekte des BMBF-Programms. GLUES entwickelt Szenarien zu Klima- und Landnutzungsänderungen, um daraus globale und regionale Auswirkungen von Landnutzungsmanagement auf ökosystemare Dienstleistungen und auf Treibhausgasemissionen abzuleiten und für verschiedene Nutzer aufzubereiten. GLUES soll als Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft wesentlich dazu beitragen, die deutsche Landnutzungsforschung sichtbar zu machen. Das Projekt wird die nächsten fünf Jahre in Höhe von insgesamt 6,2 Mio. Euro gefördert.

www.nachhaltiges-landmanagement.de

Kontakt: Prof. Dr. Ralf Seppelt, Andreas Werntze,
Dept. Landschaftsökologie, ralf.seppelt@ufz.de,
andreas.werntze@ufz.de

PROJEKT POLICYMIX

Zusammen mit dem norwegischen Koordinator NINA (Norwegian Institute for Nature Research) Research) betreut Dr. Irene Ring vom UFZ-Department Ökonomie das EU-Projekt POLICYMIX. Im Projekt geht es um die Rolle ökonomischer Instrumente für den Biodiversitätsschutz und die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen. Es soll ein integrierter, politikrelevanter Bewertungsrahmen entwickelt und angewendet werden, um mit ökonomischen Instrumenten ökologische Ziele möglichst kosteneffektiv zu erreichen. Dabei sind soziale Auswirkungen und rechtlich-institutionelle Randbedingungen zu berücksichtigen. Im Zentrum der regionalen und nationalen Fallstudien mit Praxispartnern stehen Schutzgebietssysteme wie z.B. NATURA 2000 und Wälder mit ihren vielfältigen Ökosystemdienstleistungen. Bei einem Fördervolumen von knapp 3,5 Millionen Euro und vier Jahren Laufzeit sind unter konzeptioneller Leitung von Ökonomen auch Ökologen und Juristen eingebunden, die am UFZ durch die Departments Umwelt- und Planungsrecht sowie Naturschutzforschung vertreten sind. Neben sechs europäischen sind drei lateinamerikanische Partner im Team, um vom Einsatz innovativer Instrumente wie dem ökologischen Finanzausgleich in Brasilien oder „Payments for Environmental Services“ in Costa Rica zu lernen.

<http://policymix.nina.no>

Kontakt: Dr. Irene Ring, Dept. Ökonomie, irene.ring@ufz.de

UMWELTBILDUNG IN SACHEN BIODIVERSITÄT: PRONAS UND BEAGLE

PRONAS ist das Acronym für **PRO**jektionen der **NA**tur für **S**chulen. Das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderte Projekt soll den Einfluss von Mensch und Klima auf die biologische Vielfalt in den kommenden Jahrzehnten anschaulich erklären. Wissenschaftliche Basis sind die Ergebnisse des größten europäischen Forschungsprojekts zur terrestrischen Biodiversität: ALARM. www.pronas.ufz.de



Eine wichtige Schnittstelle zu PRONAS ist das Baumprojekt BEAGLE (Biodiversity Education and Awareness to Grow a Living Environment), das vom PRONAS-Team mit entwickelt und

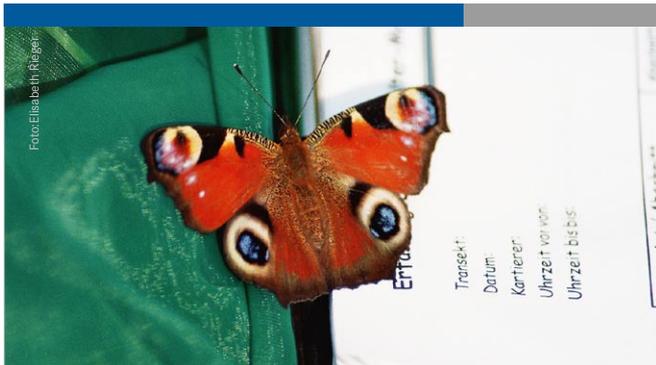
unterstützt wird. BEAGLE regt Schüler zur Beobachtung von Bäumen an. Die Ergebnisse werden ins Internet eingetragen und können dann mit den Angaben von Schülern aus ganz Europa verglichen werden. BEAGLE ist ein wichtiges Beispiel für Schülerprojekte in PRONAS. www.beagleproject.org

Beide Projekte werden auf der Bildungsmesse Didacta 2011 vom 22. bis 26. Februar 2011 in Stuttgart vorgestellt.

Kontakt: Dr. Karin Ulbrich, Dept. Biozönoseforschung,
karin.ulbrich@ufz.de

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

(Auswahl)



TAGFALTERMONITORING DEUTSCHLAND

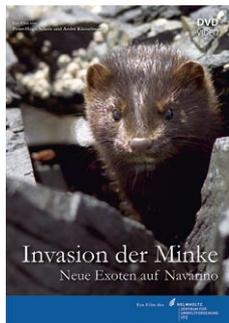
Im Frühjahr 2005 startete das Tagfalter-Monitoring Deutschland, das vom UFZ koordiniert wird. Jahr für Jahr erfassen mehr als 500 Freiwillige bei wöchentlichen Begehungen entlang festgelegter Strecken (Transekte) alle tagaktiven Schmetterlinge. Die so entstehenden Bestandsdaten dokumentieren die Entwicklung der Falter auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene und können verglichen werden mit denen aus anderen europäischen Ländern, in denen die Beobachtungen z. T. schon seit Jahrzehnten erfolgen. Das Projekt findet breite Unterstützung, u.a. bei NABU und BUND, dem BfN (Bundesamt für Naturschutz), entomologischen Verbänden, der Gesellschaft für Schmetterlingsschutz sowie der europäischen Stiftung Butterfly Conservation Europe.

www.tagfalter-monitoring.de

Kontakt: Elisabeth Kühn, Dept. Biozönoseforschung,
elisabeth.kuehn@ufz.de

FILME

Invasion der Mink (UFZ 2006)



Völlig unerwartet tauchte 2001 der aus Nordamerika stammende Mink auf der südchilenischen Insel Navarino auf. Zum Nachteil der dort lebenden Vögel und Kleinsäuger. Und da er hier keine natürlichen Feinde hat, breitet der Mink sich auf Navarino unkontrolliert aus.

Sprache: deutsch, englisch und spanisch
Dauer: 24 min, Schutzgebühr: 10,00 EUR

Maculinea (UFZ 2005)



Ameisenbläulinge zählen durch ihren bizarren Lebensstil zu den bemerkenswertesten Insekten Europas. Unglücklicherweise führt ihre doppelte Abhängigkeit – von der richtigen Pflanze und richtigen Ameise – dazu, dass alle fünf Maculinea-Arten in ihren Vorkommen bedroht sind.

Sprache: deutsch, englisch
Dauer: 19 min, Schutzgebühr: 10,00 EUR

Bestellung über: www.ufz.de/index.php?de=15550

ALARM

(Assessing **L**arge scale environmental **R**isks for biodiversity with tested **M**ethods)

Das vom UFZ koordinierte EU-Projekt wurde von 2004 bis 2009 mit rund 14 Millionen Euro von der EU gefördert. (Gesamtkosten: 24 Millionen Euro). Insgesamt haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 35 Ländern und 68 Partnerorganisationen (darunter sieben Unternehmen) daran mitgearbeitet. Sie haben erstmals Methoden entwickelt, um Artenvielfalt in europäischen Landschaften systematisch zu erfassen und die entscheidenden Faktoren für den beobachteten Artenschwund zu identifizieren: Regionaler Klimawandel, Landnutzung, biologische Invasionen, Umweltchemikalien. Mit dem EU-Projekt ALARM ist es gelungen, einen ersten Überblick über wichtige Lebensräume Europas und ihre spezifischen Probleme zu schaffen. Die gesammelten Ergebnisse aus ALARM wurden in zahlreichen wissenschaftlichen Zeitschriften sowie im Atlas der Biodiversitätsrisiken veröffentlicht. www.alarmproject.net

Kontakt: PD Dr. Josef Settele, Dept. Biozönoseforschung,
josef.settele@ufz.de

MACIS

(**M**inimisation of and **A**daptation to **C**limate change **I**mpacts on biodiversity)

Ziel des vom UFZ koordinierten EU-Projektes MACIS war es, wissenschaftliche Erkenntnisse über die Zusammenhänge von Klimawandel und biologischer Vielfalt für Politik und Entscheidungsträger aufzubereiten, um mögliche negative Entwicklungen der biologischen Vielfalt bis 2050 zu minimieren. Dabei wurden bei der Szenarien- und Modellentwicklung auch andere Faktoren wie Landnutzung, demografischer und ökonomischer Wandel berücksichtigt. Am Projekt waren zwölf Partner aus zehn Ländern beteiligt. www.macis-project.net

Kontakt: Dr. Ingolf Kühn, Dept. Biozönoseforschung,
ingolf.kuehn@ufz.de

EUMON

(**E**U-wide **m**onitoring methods and systems of surveillance for species and habitats of Community interest)

Koordiniert vom UFZ erfassten Wissenschaftler aus elf europäischen Ländern von 2004 bis 2008 EU-weite Monitoring-Methoden. Sie erarbeiteten Empfehlungen, wie die Daten der unzähligen vorhandenen Monitoringsysteme standardisiert und vergleichbar gemacht werden können, und identifizierten, welche Techniken besonders ökonomisch, genau und aussagekräftig sind. Aus dem Datenberg entstanden eine Datenbank (DaEuMon) und ein interaktives Werkzeug (BioMAT). Beide können nun weltweit und kostenlos genutzt werden.

<http://eumon.ckff.si>

Kontakt: Dr. Klaus Henle, Dept. Naturschutzforschung,
klaus.henle@ufz.de

GOVERNAT

Beteiligungsprozesse können einen wichtigen Beitrag für eine erfolgreichere Umsetzung europäischer Umweltpolitik leisten. Wichtig dabei ist, dass die jeweiligen Ziele, Nutzen und Kosten klar sind und die Beteiligungsverfahren unter Berücksichtigung des jeweiligen institutionellen und sozialen Kontextes individuell gestaltet werden. Unklar ist, welche spezifische Form der Beteiligung in solch komplexen Prozessen angemessen und sinnvoll ist, denn sie betreffen sowohl lokale als auch regionale, staatliche und europäische Akteure verschiedener gesellschaftlicher Bereiche und Ebenen. Das sind Ergebnisse des Projektes GovernNat, das im Rahmen des Marie-Curie-Stipendiatenprogrammes vier Jahre lang von der EU mit insgesamt 2,4 Millionen Euro gefördert und vom UFZ koordiniert wurde. Anhand der Partizipationsprozesse, die die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und das Natura-2000-Naturschutznetzwerk erfordern, hatten zwölf Doktoranden und Postdocs diese Prozesse an mehr als 30 Beispielen in dreizehn europäischen Ländern untersucht. Ihre Ergebnisse haben sie als Empfehlungen an die Politik zusammengefasst.

www.governat.eu

Policy brief: Partizipation erfolgreich gestalten in der Umsetzung von Biodiversitäts- und Wasserpolitik in Europa: www.governat.eu/files/files/policy_brief_governat_dt_2010.pdf

Kontakt: Dr. Felix Rauschmayer, Dept. Umweltpolitik, felix.rauschmayer@ufz.de

NACHHALTIGE WALDWIRTSCHAFT



Wissenschaftler des UFZ begleiteten von 2006 bis 2010 den BMBF-Förderschwerpunkt „Nachhaltige Waldwirtschaft“, der mit rund 30 Millionen Euro gefördert wurde. Aufgabe war es, die deutsche Forst- und Holzwirtschaft in einem großen Förderprogramm zu vernetzen und wichtige Infrastrukturen für Kommunikation und Wissenstransfer aufzubauen. So konnte ein wichtiger Beitrag für eine erfolgreiche Forstforschung unter Beteiligung von Akteuren aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik gewährleistet werden. Die knapp 200-seitige Broschüre „Nachhaltige Waldwirtschaft. Ein Förderschwerpunkt des BMBF in der Bilanz“ bündelt das gleichnamige Forschungsprogramm und richtet sich mit Reportagen, Fotodokumentationen, Informationen und Adressen an die Akteure des Förderschwerpunktes „Nachhaltige Waldwirtschaft“, an Forst-Holz-Akteure in Praxis, Wissenschaft und Politik sowie an Interessierte jenseits der Forschung.

Download Publikation: www.nachhaltige-waldwirtschaft.de

Kontakt: Andreas Werntze, Dept. Landschaftsökologie, andreas.werntze@ufz.de

WEITERE ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

ECOTrade

Handelbare Verfügungsrechte im Biodiversitätsschutz
www.ufz.de/index.php?de=11136

DAISIE

Inventarisierung europäischer Invasionsarten
www.daisie.ceh.ac.uk

FRAP

Fischwirtschaft und Biodiversitätsschutz: Nachhaltige Schutz- und Nutzungsstrategien am Beispiel von Fischotter, Kormoran und Robben
www.frap-project.net

MacMan

Arten der FFH-Richtlinie als Indikatoren und Werkzeuge für Grünland-Management
www.macman.ufz.de

GCEF – KLIMAEXPLORATORIUM

Das UFZ bereitet derzeit einen deutschlandweit einzigartigen Großversuch bei Bad Lauchstädt vor. Die Wissenschaftler versprechen sich von der experimentellen Plattform, dem Klimaexploratorium GCEF (Global Change Experimental Facility) neue Erkenntnisse in Zusammenhang mit dem Klimawandel in unseren Breiten.

Auf mehr als zwölf Hektar Fläche soll der Einfluss des Klimawandels unter anderem auf Boden und Pflanzen untersucht werden. So kann in großem Maßstab zum Beispiel Regen abgehalten werden, um zu untersuchen, welche Langzeitwirkung das auf die hiesige Flora hat, oder die Temperatur manipuliert werden, um die Folgen auf das Ökosystem zu untersuchen. Die Ergebnisse aus diesen Langzeitversuchen sollen wichtige Erkenntnisse für Landwirtschaft und Politik liefern. Die Helmholtz-Gemeinschaft finanziert das Projekt mit vier Millionen Euro. Der Versuch ist auf eine Laufzeit von bis zu 15 Jahren angelegt.

Kontakte: Prof. Dr. Francois Buscot, Dr. Martin Schädler, Dept. Bodenökologie, francois.buscot@ufz.de, martin.schaedler@ufz.de; Dr. Stefan Klotz, Dr. Harald Auge, Dept. Biozönoseforschung, stefan.klotz@ufz.de, harald.auge@ufz.de

DEUTSCHE BIODIVERSITÄTS-EXPLORATORIEN

Innerhalb der DFG-Exploratorien arbeiten UFZ-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der Erfassung der Diversität von Mykorrhizapilzen, Basidiomyceten-Hefen und Multikupfer-Oxydasen-Genen entlang von Landnutzungsgradienten sowie an der Frage, wie Pflanzendiversität und Klimawandeleffekte Bodenprozesse beeinflussen.

www.bio.uni-potsdam.de/biodiversity

Kontakte: Prof. Dr. Francois Buscot, Dr. Martin Schädler, Dept. Bodenökologie, francois.buscot@ufz.de, martin.schaedler@ufz.de; Dr. Carsten Dormann, Dept. Landschaftsökologie, carsten.dormann@ufz.de; Dr. Walter Durka, Dr. Harald Auge, Dept. Biozönoseforschung, walter.durka@ufz.de, harald.auge@ufz.de

HÖR-CD

Alle mit dem CD-Symbol  gekennzeichneten Beiträge finden Sie auch auf unserer Hör-CD.

Die Hörbeiträge finden Sie auch im Internet unter:
www.ufz.de/podcasts-biodiversitaet

FORSCHEN FÜR DIE UMWELT

Im Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ erforschen Wissenschaftler die Ursachen und Folgen der weit reichenden Veränderungen unserer Umwelt. Ihre Aufgabe besteht darin, zur Lösung konkreter Umweltprobleme beizutragen. Für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft stellen sie Wissen über die komplexen Systeme und Beziehungen in der Umwelt bereit und empfehlen Instrumente und Handlungskonzepte. Keine einfache Aufgabe, weil die Erwartungen und die Möglichkeiten der Handelnden oft weit auseinander gehen.

Die Helmholtz-Forscher befassen sich mit dem Management von Wasserressourcen und den Folgen des Landnutzungswandels für die biologische Vielfalt und die Ökosystemfunktionen. Sie entwickeln Sanierungsstrategien, Monitoring- und Erkundungsmethoden für kontaminiertes Grund- und Oberflächenwasser, Böden und Sedimente. Sie untersuchen das Verhalten und die Wirkung von Chemikalien in der Umwelt und auf die Gesundheit und das Immunsystem des Menschen und arbeiten an Modellen zur Vorhersage von Umweltveränderungen. Dabei berücksichtigen sie sozialwissenschaftliche und ökonomische Fragestellungen. Die naturwissenschaftlich ausgerichtete Umweltforschung ist deshalb am UFZ eng mit den Human-, Sozial- und Rechtswissenschaften vernetzt.

Das UFZ beschäftigt an seinen Standorten Leipzig, Halle und Magdeburg insgesamt etwa 1.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Davon arbeiten mehr als 100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und zahlreiche Doktoranden in acht verschiedenen Departments an Biodiversitätsthemen – in der Bandbreite der Genetik von Mikroorganismen bis hin zu rechtlichen Fragen des Naturschutzes.

Als Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft wird das UFZ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie vom Freistaat Sachsen und dem Land Sachsen-Anhalt finanziert.

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ
Permoserstraße 15 · 04318 Leipzig
Telefon: 0341/235-1269 · e-mail: info@ufz.de · www.ufz.de



UFZ-Standort Leipzig
in der Permoserstraße 15



UFZ-Standort Halle
in der Theodor-Lieser-Straße 4



UFZ-Standort Magdeburg
in der Brückstraße 3a

DIE HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT DEUTSCHER FORSCHUNGSZENTREN

Die Helmholtz-Gemeinschaft leistet Beiträge zur Lösung großer und drängender Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft durch wissenschaftliche Spitzenleistungen in den sechs Forschungsbereichen Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Weltraum und Verkehr, Schlüsseltechnologien und Struktur der Materie. Sie ist mit 28.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in 16 Forschungszentren und einem Jahresbudget von rund 2,8 Milliarden Euro die größte Wissenschaftsorganisation Deutschlands. Ihre Arbeit steht in der Tradition des großen Naturforschers Hermann von Helmholtz (1821-1894). www.helmholtz.de