

Bio- diversität

Globaler Wandel
einer lebenswichtigen
Ressource

**Ein Thesenpapier zur deutschen Forschung
zum globalen Biodiversitäts-Wandel**

zusammengestellt von
Norbert Jürgens



Besonderer Dank gilt dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF),
das den Druck dieses Bandes finanziell gefördert hat.

Umschlagfoto:
Karl Eduard Linsenmair, Savannenbaumfrosch *Leptopelis viridis*, Comoe National Park,
Elfenbeinküste.

Satz und Produktion:
MiP Webdesign, Dorotheenstraße 35, 53111 Bonn, www.mipwebdesign.de

Redaktion: Silvia Hoch, Thomas Krafft

Herausgeber:

Nationales Komitee für Global Change Forschung
Wissenschaftliches Sekretariat
Walter-Flex-Straße 3, 53113 Bonn
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: + 49 (0) 228 73 32 87 – Fax: + 49 (0) 228 73 41 76
e-mail: sekretariat.nkgcf@uni-bonn.de
homepage: www.uni-bonn.de/nkgcf

ISBN 3-9808099-1-9

© German National Committee on Global Change Research 2001

Bio- diversität

Globaler Wandel einer lebenswichtigen Ressource

**Ein Thesenpapier zur deutschen Forschung
zum globalen Biodiversitäts-Wandel**

zusammengestellt von
Norbert Jürgens
mit Photos von
Eduard Linsenmair



für
DIVERSITAS Deutschland
und das
Nationale Komitee für Global Change Forschung (NKGCF)

Inhalt

1.	<i>Zu diesem Papier</i>	3
2.	<i>Der internationale Rahmen: Das DIVERSITAS-Programm für globale Biodiversitätsforschung</i>	4
3.	<i>Positionsbestimmung</i>	6
3.1	<i>Grundposition 1</i>	6
3.2	<i>Grundposition 2</i>	6
3.3	<i>Grundposition 3</i>	7
3.4	<i>Grundposition 4</i>	7
3.5	<i>Grundposition 5</i>	8
3.6	<i>Grundposition 6</i>	8
4.	<i>Zur Lage der Biodiversitätsforschung</i>	9
4.1	<i>Zur Bewertung der Biodiversität</i>	9
4.2	<i>Zur Biodiversitätsforschung – Generelles</i>	9
4.3	<i>Die aktuelle Situation im internationalen Rahmen</i>	10
4.4	<i>Die aktuelle Situation in Deutschland</i>	11
5.	<i>Vorüberlegungen für eine Strategie zur Biodiversitätsforschung: Themenspektrum</i>	12
5.1	<i>Erfassung der Ressource</i>	13
5.2	<i>Entstehung der Ressource</i>	14
5.3	<i>Erhaltung der Ressource</i>	15
5.4	<i>Wandel der Ressource</i>	16
5.5	<i>Bedeutung der Ressource</i>	18
5.5.1	<i>Ökosystemare Funktionen</i>	18
5.5.2	<i>Spezifische und unspezifische Nutzung</i>	19
5.6	<i>Gesellschaftliche Organisation des Ressourcenmanagements</i>	21
6.	<i>Schlussbemerkung</i>	22
	<i>Danksagungen</i>	23
	English Summary	25
	<i>Content</i>	26
	<i>Akronyme / Acronyms</i>	43
	<i>Addresses and Contacts</i>	<i>Umschlagseite 3</i>



1. Zu diesem Papier

In diesem von DIVERSITAS Deutschland vorgelegten und vom Nationalen Komitee für Global Change Forschung (NKGCF) ausführlich diskutierten und gemeinsam weiterentwickelten Konzeptpapier werden zunächst einige wesentliche Einsichten und Positionen zum Thema Biodiversität aufgeführt, so wie sie sich beim jetzigen Stand der Forschung und des gesellschaftlichen Diskurses darstellen. Davon ausgehend werden dann Grundlinien einer nationalen Strategie für eine langfristige, innovative und integrative Biodiversitätsforschung mit ihrer Einbettung in die internationale Forschung zum globalen Umweltwandel abgeleitet. Angesichts eines breiten Spektrums von Publikationen zur Biodiversität sollen hierbei nur wesentliche Eckpunkte benannt und zuweilen illustriert werden, ohne den gesamten schon vielfach dargestellten Diskussionshintergrund erneut aufzurollen.

Das Ziel dieses Papiers ist demnach die Weiterentwicklung einer nationalen Forschungsstrategie, die prioritäre Zielsetzungen benennt und die zu ihrer Erreichung notwendigen Schwerpunktbildungen aufzeigt. Weiterhin sollen Aussagen zu den notwendigen und sinnvollen interdisziplinären Kooperationen, dem erforderlichen Integrationsgrad sowie den politischen und ökonomischen Implikationen gemacht werden.



Pärchen Bienenfresser, *Merops pusillus*. Westafrika.
Pair of the Little bee eater, *Merops pusillus*. West Africa.

2. Der internationale Rahmen: Das DIVERSITAS-Programm für globale Biodiversitätsforschung

Das vorliegende Papier wurde in enger Zusammenarbeit mit dem internationalen Biodiversitätsforschungsprogramm DIVERSITAS erstellt. DIVERSITAS ist ein globales interdisziplinäres Forschungsprogramm mit dem Auftrag der Koordination und Förderung der Erforschung des Wandels der biologischen Vielfalt. DIVERSITAS gehört zu einer Familie von vier globalen Umweltprogrammen (IGBP, WCRP, IHDP und DIVERSITAS) die sich vor kurzem zu einer Partnerschaft, der „Earth System Science Partnership“, zusammengeschlossen haben, um gemeinsam die globalen Umweltprobleme anzugehen. In Deutschland erfolgt die Koordination der Umweltprogramme unter anderem im Nationalen Komitee für Global Change Forschung.

Auf Basis der Ergebnisse einer internationalen Konsultation unter allen Biodiversitätsforschern wurde kürzlich im Rahmen eines Workshops in Paris (vom 31. Aug.- 2. Sept. 2001) die Zielsetzung und die prioritären Forschungsziele des DIVERSITAS-Programmes neu überarbeitet. Als Grundsatzaufgaben wurden formuliert:

- Die Förderung integrativer Biodiversitätsforschung durch Synthese und Bereitstellung vorhandenen Wissens, durch Identifizierung und Bearbeitung von Kenntnislücken und neuen Aufgabenbereichen und durch aktive Verknüpfung der Aktivitäten in den verschiedenen Ländern und Disziplinen.
- Die Bereitstellung der wissenschaftlichen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Gestaltung wirksamer Schutzkonzepte und nachhaltiger Nutzung der Biodiversität durch Erforschung der sozio-ökonomischen und politischen Implikationen der Biodiversitätsforschung sowie durch Vermittlung der Forschungsergebnisse in die Biodiversitätspolitik, wobei die internationalen Konventionen eine besondere Rolle spielen.

Das DIVERSITAS-Programm wird zukünftig auf einer Struktur aus drei Programmsäulen („Core Projects“) aufbauen:

Core Project 1 „Beobachtung, Kausal- und Prozessanalyse und Vorhersage des Biodiversitätswandels“

Dieses Core Project wird sich auf die Erfassung der Biodiversität konzentrieren, ihren aktuellen und zukünftigen Wandel und die dem Wandel zugrundeliegenden Ursachen und Mechanismen (Generierung, Aufrechterhaltung, Reduktion).



Core Project 2 „Die Folgen des Biodiversitätswandels“

Dieses Core Project wird untersuchen, welche Effekte der Biodiversitätswandel mit sich bringt, in welchem Maße Funktionen von Ökosystemen verändert werden, inwiefern die von der existierenden Biodiversität bereitgestellten Güter und Dienstleistungen für menschliche Gesellschaften beeinträchtigt werden und wie stark der Einfluss auf die Lebensbedingungen und Gesundheit von Mensch und Haustieren ist.

Core Project 3 „Wissenschaftliche Entwicklung und Bereitstellung von Schutzkonzepten und nachhaltigen Nutzungskonzepten“

Dieses Core Project baut konsequent auf der Tatsache auf, dass die vielfältigen menschlichen Aktivitäten die wesentliche Triebkraft für den Biodiversitätswandel auf unserem Planeten bilden. Effiziente Lösungen für ein Management der Biodiversität hängen deshalb von der Kenntnis der Wertschätzung der Biodiversität durch die handelnden Menschen und Gesellschaften ab, insbesondere derjenigen Menschen, die die direkten Besitzer und Nutzer der Biodiversität oder ihrer biogeochemischen Grundlagen sind.

Viele internationale Abkommen und Programme, nationale Politikinitiativen und lokale Regulationsmechanismen haben das Ziel eines nachhaltigen Biodiversitätsmanagements verfehlt, weil die zugrundeliegenden Motivationen von Individuen und Staaten zu wenig berücksichtigt wurden (Bsp.: das globale Scheitern mariner Fischereiabkommen).



Buckelzirpen der Gattung *Gigantorhabdus*, die von *Polyrbachis*-Ameisen besucht werden, um Honigtau zu sammeln. Kinabalu Park, Borneo.

Gigantorhabdus visited by *Polyrbachis*-ants to collect honeydew. Kinabalu Park, Borneo.

3. Positionsbestimmung

3.1 Grundposition 1:

Die Biodiversität ist von essentieller Bedeutung für menschliches Leben.

Sie bildet die nicht ersetzbare Grundlage des „Life Support Systems“ der Biosphäre unseres Planeten, von dessen Funktionsfähigkeit unsere Weiterexistenz unabdingbar abhängt. Die Biodiversität bietet uns darüber hinaus ein reiches Potential für gezielte Nutzenanwendungen auf den verschiedensten Ebenen des ökologischen Managements von Ressourcen wie auch des ökonomischen Wirtschaftens. Die Biodiversität verleiht Ökosystemen die Fähigkeit zur begrenzten adaptiven Modifikation z.B. bei Eintreten neuer Umweltbedingungen, wie sie der moderne Mensch erzeugt, und sie ist die Voraussetzung jeglicher evolutiver Weiterentwicklung, womit sie nicht nur unser wertvollstes momentanes, sondern zugleich auch die Ausgangsbasis für unser gesamtes zukünftiges biologisches Potential bildet. Diese herausragende Bedeutung ist objektiv und mit naturgesetzmäßiger Konsequenz gegeben, unabhängig von ethischen oder weltanschaulichen Gesichtspunkten. Dieser unzweifelhafte und ideologiefreie, gesellschaftlich bisher nur bruchstückhaft erkannte, wissenschaftlich nur marginal erfasste und ökonomisch nur ansatzweise genutzte Wert der Biodiversität begründet die Notwendigkeit einer stark intensivierte und zielgerichteten Biodiversitätsforschung.

3.2 Grundposition 2:

Aufgrund der rasch fortschreitenden Expansion der menschlichen Zivilisation findet ein umfassender Umbau der Biosphäre statt, der mit einem erheblichen Schwund der begrenzten und wertvollen Ressource Biodiversität verbunden ist.

Dabei wird der Umbau der Biosphäre ganz wesentlich von verschiedenen sozio-ökonomischen Prozessen angetrieben, im Rahmen derer sowohl der notwendigen Erhaltung als auch der Optimierung einer nachhaltigen Nutzung der Ressource Biodiversität nur ein sehr geringer Stellenwert eingeräumt wird. Ein solches der Erhaltung wie auch der Nutzungsoptimierung dienendes Ressourcenmanagement sollte als wesentliches Teilziel der Biodiversitätsforschung konzipiert werden. Hierfür ist es (wie bei jedem anderen Ressourcenmanagement) auch bei der Ressource Biodiversität erforderlich, die Entstehung und Erhaltung der Ressource sowie die Potentiale, die Rahmenbedingungen und die Grenzen einer nachhaltigen Nutzung zu analysieren. Mit dieser Fokussierung ist ein Paradigmenwechsel verbunden, der die Position der Biodiversitätsforschung deutlich verschiebt: zusätzlich zu der bisher weit verbreiteten Wahrnehmung als „Kulturaufgabe Naturschutz“ in vermehrtem Umfang



hin zum globalen Management einer zentralen wie auch ökonomisch höchst relevanten und in ihrer Vielfalt und Vielschichtigkeit einzigartigen Ressource. Zugleich wird damit das scheinbare Schisma Natur – Zivilisation überwunden: Die Pflege des „Gartens Erde“ (oder des „Systems Erde“) erfordert ein integriertes Management, in dem das Erhalten der Natur (und damit ihrer natürlichen Funktionen und Nutzungspotentiale) und die Nutzung der kultivierbaren Organismen (stets auf natürliche ökosystemare Funktionen angewiesen und auf ihnen gründend) systemar begründet zusammengehören. Geeignete Konzepte für ein solches naturwissenschaftlich funktional begründbares und gesellschaftlich akzeptables Ressourcenmanagement zu schaffen, ist eine von mehreren sehr anspruchsvollen Aufgaben, denen sich die neu zu konzipierende integrative Biodiversitätsforschung stellen muss.

3.3 Grundposition 3:

Biodiversitätsforschung muss als Teildisziplin der Global Change Forschung großräumig, d.h. stets international und immer auch langfristig konzipiert und umgesetzt werden.

Der Wandel von Umwelt und Biodiversität beschränkt sich heute nicht mehr auf die regionale Ebene, sondern er findet in globalem Maßstab und z.T. in Folge globaler Ursachen statt und hat demzufolge auch globale Konsequenzen, die sich in sehr unterschiedlichen, z.T. weit ausgedehnten zeitlichen Dimensionen abspielen. Auf der Ursachenseite sind die globalen Dimensionen der exponentiell voranschreitenden menschlichen Bevölkerungs- und Zivilisationsentwicklung und die ebenfalls globalen Veränderungen der biogeochemischen Kreisläufe und des Klimas zu nennen, deren Folgen sich z.T. graduell und schleichend einstellen und dann erst sehr verzögert klar erkennbar werden. In Bezug auf räumliche Skalen ist hervorzuheben, dass die Organismen eine von Nationalstaaten unabhängige räumliche Verteilung ihrer Diversität aufweisen; die Migrationen und Invasionen der Arten überschreiten unsere politischen Grenzen. Auch die Nutzung und Übernutzung der Leistungen der Organismen – von den als Allgemeingut betrachteten ökosystemaren Servicefunktionen bis hin zur ökonomisch relevanten Nutzung einzelner Taxa – hat internationale Dimensionen. Dies kommt auch in den Forderungen der CBD sehr klar zum Ausdruck.

3.4 Grundposition 4:

Konzepte des nachhaltigen Schutzes und der Nutzung der Biodiversität können nur im interdisziplinären oder transdisziplinären Verbund zwischen Natur- und Gesellschaftswissenschaften erfolgreich entwickelt werden.

Die Prozesse des anthropogen ausgelösten Biodiversitätswandels werden nur im sozio-ökonomischen Zusammenhang und vor dem kulturellen Hintergrund der jeweils Handelnden verständlich. Vergleichbares gilt für die Bewertung und Nutzung der Biodiversität (vgl. unten). Insofern können sowohl wirksame Schutz- wie auch nachhaltige Nutzungskonzepte nur in der Interaktion mit den unmittelbar Handelnden und den Entscheidungsträgern entwickelt werden. Dabei ist es erforderlich, an den Ursachen der degradationsfördernden Verhaltens- und Entscheidungsprozesse anzusetzen, anstatt nur kurzfristig wirksame Symptomkorrekturen vorzunehmen.

3.5 Grundposition 5:

Deutschland muss als rohstoffarmer (d.h. hier: als vergleichsweise biodiversitätsärmer), aber technisch-wissenschaftlich hoch entwickelter, exportorientierter und auf dauernde innovative Produktentwicklungen angewiesener Industriestaat ein vielschichtiges Interesse an internationaler Biodiversitätsforschung haben.

Auch die vorhandenen engen internationalen Verflechtungen und daraus resultierenden unterschiedlichsten Verpflichtungen und Marktabhängigkeiten unterstreichen diese Aussage. Dabei bietet die räumliche Trennung der globalen Zentren hoher Biodiversität, die in den Staaten der Dritten Welt liegen von dem bei uns gegebenen wissenschaftlich-technischem Know-how zur Erforschung der ökologischen Bedeutung und der ökonomischen Nutzung der Biodiversität die Chance zur engen internationalen Kooperation zum beiderseitigen Vorteil. Dadurch könnte auch dem immer weiteren Öffnen der ökonomischen Schere zwischen den Industriestaaten und den Entwicklungsländern entgegengewirkt werden.

3.6 Grundposition 6:

Die internationale Kooperation kann nur gelingen, wenn zugleich auf der Ebene internationaler Verträge Rechtssicherheit beim Schutz der Biodiversität, aber auch bei der Nutzungsoptimierung und bei den ökonomischen Erträgen der Biodiversität hergestellt werden kann.

Dies betrifft insbesondere die Frage der Besitzansprüche an Organismen und ihre Leistungen (z.B. durch Nationalstaaten oder Unternehmen oder einzelne Forscher). Aber auch die politische und ökonomische Harmonisierung des nachhaltigen Biodiversitäts-Managements bedarf internationaler Abkommen, die den erforderlichen Rahmen schaffen, um die nationalen Gesetze und ihre wirtschaftlichen Konsequenzen aneinander anzupassen.



Kaffernbüffel *Synceros caffer* im Comoe-National-Park, Elfenbeinküste.
Buffalos *Synceros caffer* in West African Savannah, Comoe-National-Park, Ivory Coast.

4. Zur Lage der Biodiversitätsforschung

4.1 Zur Bewertung der Biodiversität

Biodiversitätserhaltung verdient als Maßnahme der Sicherung der Lebensgrundlagen für den Menschen und die Biosphäre höchste Priorität. Die CBD erlegt den Unterzeichnerstaaten hier entsprechende verbindliche Verpflichtungen auf, deren Umsetzung bisher weltweit stark zu wünschen übrig lässt: Während mit der rasch fortschreitenden Expansion der menschlichen Aktivitäten in hohem Umfang ein irreversibler Umbau der Biosphäre stattfindet, ist die Biodiversitätserosion teilweise schon stark fortgeschritten und wird – in Folge zeitverzögerter Prozesse – noch lange nachwirken, auch wenn es gelingen sollte, eine sehr rasche positive Änderung der grundlegenden Einstellung gegenüber der Biodiversität zu erzielen. Im Gegensatz zu manchen sonstigen Eingriffen des Menschen in die Natur, haben wir es bei der Ausrottung von Arten, der Elimination von Lebensgemeinschaften und ganzer Ökosysteme mit grundsätzlich irreversiblen Prozessen zu tun. Prinzipiell kann die Evolution zwar Verluste kompensieren; die hier anzusetzenden Zeiträume liegen aber weit außerhalb aller für uns relevanten Dimensionen, und die Resultate einer solchen Kompensation haben die Biosphäre stets tiefgreifend und zu Ungunsten der vorher dominierenden Organismengruppen verändert. Das Ziel einer nachhaltigen Nutzung biologischer Ressourcen kann nur bei voller Erhaltung aller lebenswichtigen ökosystemaren Leistungen erreicht werden – und diese setzen wiederum Biodiversität in hohem Maß voraus. Die heutige Wertschöpfung aus der Nutzung der Biodiversität erreicht im Weltmaßstab Trillionen von Dollar pro Jahr. Dabei hat in den meisten möglichen Nutzungsbereichen noch keine systematische Suche nach weiteren Nutzungsmöglichkeiten oder nach besseren oder weiteren Alternativen zu den heute üblichen stattgefunden.

Das weitere Nutzungspotential ist besonders auch durch die von der modernen Molekularbiologie zur Verfügung gestellten, in der Biotechnologie angewandten neuen genetischen Verfahren extrem groß!

4.2 Zur Biodiversitätsforschung – Generelles

Im Gegensatz zu der hiermit skizzierten ökologischen und ökonomischen Bedeutung des anthropogen verursachten Biodiversitätswandels und dem daraus resultierenden drängenden Handlungsbedarf ist die internationale Biodiversitätsforschung noch nicht hinreichend entwickelt: Biodiversitätserhaltung und Biodiversitätsnutzung setzen intensive Biodiversitätsforschung in vielen Fachgebieten vor-

aus. Trotz guter Forschungsergebnisse und trotz des wachsenden öffentlichen Bewusstseins erhält die Biodiversitätsforschung aber noch keine ausreichende Förderung. Weil die der Biodiversität zugrundeliegenden Prozesse aufgrund der komplexen Strukturen und oft zeitverzögerten Prozesse in vielen Fällen nicht schnell aufklärbar sind, wird die verzögerte Umsetzung der wahrgenommenen Forschungsnotwendigkeit auch zu einer verzögerten Bereitstellung von Entscheidungswissen führen.

4.3 Die aktuelle Situation im internationalen Rahmen

Die aus der UNCED-Konferenz in Rio (1992) hervorgegangene Biodiversitätskonvention (CBD) dient als rechtlich bindendes, zwischenstaatliches Abkommen in mancher Hinsicht als Schrittmacher für konkrete Maßnahmen, und hat insbesondere für eine veränderte Wahrnehmung der Biodiversitätsproblematik gesorgt. Vor allem die — in dem hier vorgelegten Papier betonte — Handhabung der Biodiversität als wirtschaftliche Ressource wird umgesetzt, indem in Artikel 1 der Vorteilsausgleich zwischen Anbietern und Nutzern der Biodiversität zum hochrangigen Ziel erklärt wird. Diese Bewertung der Biodiversität beinhaltet eine Wertschätzung, die als Motivation für ihre Erhaltung dienen soll. Sie birgt allerdings zugleich die Gefahr, dass die Durchsetzung rein ökonomischer Interessen bereits in den CBD-Prozessen dominieren kann und Maßnahmen zur Ressourcensicherung insbesondere dann unterlassen werden, wenn diese unspezifisch oder nur aus Systemeigenschaften heraus begründet sind und keine offensichtlichen und möglichst kurzfristigen Nutzungsvorteile bedingen. Aus diesem Blickwinkel können die bereits existierenden Instrumente (COP, CHM, SBSTTA, GEF) nicht als hinreichend betrachtet werden. Insbesondere in Bezug auf die Definition von Forschungszielen ist SBSTTA (Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice) als weisungsgebundene Struktur nicht frei.

Mehrere UN-Organisationen, insbesondere UNEP, FAO, UNESCO haben ebenfalls Programme zur Biodiversitätsforschung gestartet, z.B. MAB, GTOS, GRID; gleiches gilt für die EU. In diesen Programmen sind verschiedene Aspekte in z.T. gutem Umfang abgedeckt, wobei vor allem ökosystemare Aspekte und die Erfassung von Nutzungsressourcen hohen Stellenwert einnehmen. Zu betonen ist hier insbesondere die internationale GBIF Initiative „Global Biodiversity Information Facility“, die die vorhandenen Daten zur Biodiversität über ein Netz von Datenbanken für die Forschung verfügbar machen will.

Über solche spezifischen Programmaspekte hinaus stellt das 1991 aus dem Kreis der Wissenschaftler etablierte DIVERSITAS-Programm eine Organisation dar, die global und unabhängig den Forschungsbedarf formuliert und sich um eine Umsetzung bemüht. Eine insbesondere von IGFA und ICSU getragene Initiative unter aktiver Beteiligung der USA, Deutschlands und mehrerer weiterer Staaten hat in diesem Jahr eine Neustrukturierung des Programmes mit einem neuen Science Plan ermöglicht. Damit besteht jetzt die Chance, DIVERSITAS – als politisch unabhängiges Forschungsprogramm – zum aktiven Gestalter der internationalen Biodiversitätsforschung weiterzuentwickeln. An dem DIVERSITAS-Programm IBOY „International Biodiversity Observation Year“ ist Deutschland mit drei Core-Projects signifikant beteiligt (BIOTA – Africa = Biodiversity Monitoring Transect Analysis ; GROMS: Global Register of Migratory Species; DIVA: Latitudinal gradients of biodiversity in the deep sea of the Atlantic Ocean).



4.4 Die aktuelle Situation in Deutschland

In Deutschland stehen noch gute Kapazitäten für Biodiversitätsforschung zur Verfügung; diese konnten in den letzten Jahrzehnten jedoch keinen Anschluss an die ökosystemaren oder molekularbiologischen mainstreams der Forschung finden und waren deshalb der Erosion der deutschen Universitäts- und Sammlungslandschaft voll ausgesetzt. Dementsprechend ist auch die Ausbildung von Nachwuchs in diesem Bereich stark zurückgegangen. Zusätzlich hat ein Mangel an Koordination und an Förderprogrammen zu einer starken Fragmentierung und zu einem Mangel an kooperativen Ansätzen geführt.

Im Gegensatz zu dieser Fragmentierung ist ein Erfolg der modernen Biodiversitätsforschung (als Teil der Global Change Forschung) aber nur über einen hohen Integrationsgrad der Biowissenschaften mit den anderen ökosystemar relevanten Naturwissenschaften und mit den Gesellschaftswissenschaften möglich. Bezeichnenderweise hat das BIOLOG-Programm des BMBF rasch zur Formierung von koordinierten Verbänden aus bisher vereinzelt Forschungseinrichtungen geführt. Eine ähnlich zielführende Strategie könnte



Schmetterling der Familie der *Rionididae* aus Borneo.
Malayan Red harlequin, Borneo.

zu weiteren thematischen Schwerpunkten, zum Beispiel für Schwerpunktprogramme und Sonderforschungsbereiche der DFG, entwickelt werden. Zieldiskussionen zur Planung des richtigen Capacity building in Deutschland und den Kooperationsländern, die Inwertsetzung der bei uns vorhandenen Sammlungen, der Abgleich der CBD-Verpflichtungen mit den Ansprüchen der anderen Konventionen und Abkommen und die Integration der verschiedenen Global Change-Programme stellen ein weites Betätigungsfeld mit hohem Abstimmungsbedarf dar.

In Bezug auf die übergeordnete Forschungsplanung wird im NKGCF, dem WBGU und anderen Organisationen die Dringlichkeit und der Stellenwert der Biodiversitätsforschung klar gesehen. Bei der Umsetzung der erkannten Notwendigkeiten sind aber weitere Anstrengungen erforderlich, und hier könnte eine bessere Abstimmung zwischen den Aktivitäten der verschiedenen Ministerien und beigeordneten Institutionen, insbesondere dem BMZ, dem BMU, dem BML und dem BMBF erhebliche weitere Potentiale freisetzen.

Die Integration in die internationale Biodiversitätsforschung kann und sollte nach dem erfolgreichen deutschen Engagement bei der Wiederbelebung des internationalen Sekretariates von DIVERSITAS und der Starthilfe für GBIF sinnvollerweise jetzt auch über DIVERSITAS und GBIF erfolgen. Hier wäre aus der Sicht von DIVERSITAS Deutschland eine stärkere gestalterische Beteiligung von Deutschland sowie eine bessere Abstimmung mit den stärker politisch eingebundenen Einrichtungen wie z.B. dem nationalen CHM, ebenso mit anderen überlappenden Handlungsfeldern, z.B. Entwicklungshilfe, Desertifikationsbekämpfung (UNCCD), Klimakonvention usw. erforderlich.

5. Vorüberlegungen für eine Strategie zur Biodiversitätsforschung: Themenspektrum

Entsprechend den oben aufgeführten Grundpositionen soll auch die Zielorientierung auf die Wahrnehmung der Biodiversität als Ressource ausgerichtet werden. Das Hintergrundthema heißt: „Der Mensch benötigt, nutzt und gefährdet die Biodiversität“ und kann in verschiedene Zeitphasen differenziert werden:

Die Ausgangssituation	Die Biodiversität (einschließlich des Menschen) entsteht aufgrund naturgesetzlicher Mechanismen.
Die historische Situation	Der Mensch in vergleichsweise geringer Populationsdichte nutzt die Biodiversität, ohne drastische Verluste der Artenvielfalt zu bewirken.
Die heutige Situation	6 Milliarden Menschen übernutzen, globalisieren und verändern die Biodiversität mit der Folge sehr hoher Extinktionsraten von der lokalen bis zur globalen Ebene, zerstören dabei ganze Ökosysteme und gefährden bei unverändertem Verhalten auf längere Sicht die Funktionsfähigkeit der Biosphäre.
Das Zukunftsziel	Der Mensch versteht die Gesetzmäßigkeiten und gestaltet den Erhalt und die nachhaltige Nutzung der Ressource Biodiversität.

Wir stehen also in einem historischen Prozess an der Schnittstelle zwischen Vergangenheits- und Gegenwartsverständnis und einer neuen Qualität von Zukunftsplanung, bei der der Mensch sich erstmals als globaler Spieler bei der Steuerung der Biodiversität verstehen muss. Für ein erfolgreiches Ressourcenmanagement ist es prinzipiell erforderlich, zumindest ihre wesentlichen Grundlagen, d.h. ihre Größe und die räumlichen und zeitlichen Dimensionen ihrer Verfügbarkeit zu kennen. Ebenso erscheint es im Sinne der Nutzungseffizienz erforderlich, die Nutzungsqualitäten zu erforschen. Wenn es sich um eine wertvolle und begrenzte Ressource handelt, werden in aller Regel auch die Besitzverhältnisse und die rechtlichen Rahmenbedingungen zu untersuchen sein. So weit kann die Biodiversität wie eine beliebige Ressource betrachtet werden. Während aber viele Ressourcen entweder endlich sind (z.B. Kohle) oder aber im Rahmen eines Fließgleichgewichts regeneriert werden (z.B. Süßwasser aus Niederschlägen), sind die Verhältnisse bei der Biodiversität speziell: Vorhandene Biodiversität kann in den meisten Fällen für Zwecke der Nutzung vermehrt werden, ausgestorbene Spezies und vor allem Artengemeinschaften dagegen können unter keinen Umständen regeneriert werden. Aus dieser Besonderheit resultiert, dass es erforderlich ist, neben der ganz pragmatischen Ressourcenerforschung auch in erheblichem Umfang Grundlagenforschung zu fördern, wie in den nachfolgenden



Kapiteln im Detail dargestellt wird. Diese sollte nicht nur der Biodiversitäts-Erfassung dienen und sich die Aufklärung der funktional-ökologischen Aspekte und der Nutzungsaspekte zum Ziel setzen, sondern auch Theoriebildung und Methodenentwicklung vorantreiben. Dabei muss im letztgenannten Fall die Erarbeitung von Konzepten für den Erhalt der Biodiversität als eine besonders anspruchsvolle Problemstellung angesehen werden, die nur bei einer sehr weit gehenden Integration von Natur- und Gesellschaftswissenschaften mit guter Aussicht auf Erfolg angegangen werden kann.

Vor diesem Hintergrund gilt es, das folgende Themenspektrum zu bearbeiten:

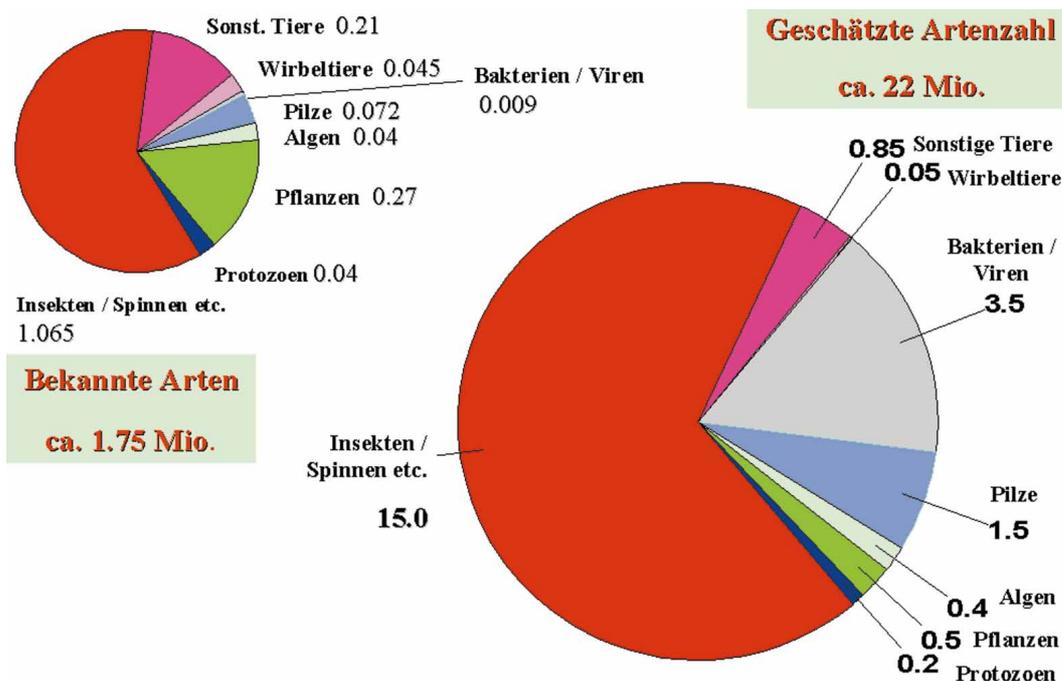
- Erfassung der Ressource
- Entstehung der Ressource
- Erhaltung der Ressource
- Wandel der Ressource
- Bedeutung der Ressource
- Ökosystemare Funktionen
- Spezifische und unspezifische Nutzung
- Gesellschaftliche Organisation des Ressourcenmanagements

5.1 Erfassung der Ressource

Erfassung und Inventarisierung der Biodiversität sind keinesfalls abgeschlossen, sondern weiterhin in sehr großem Umfang erforderlich (vgl. Systematics Agenda 2000) als Referenzbasis für alle funktionalen Eigenschaften und Nutzungspotentiale. Diese Forschung dient zugleich praktischen Belangen, nämlich dem direkten Ressourcenmanagement wie auch der Grundlagenforschung. Die Bearbeitung von Nutzungseigenschaften, ökologischen Ansprüchen, Schutzprogrammen und generell jeder weiteren quantitativen Analyse setzen die objektive Wiedererkennbarkeit von pragmatisch handhabbaren Einheiten der Vielfalt voraus.

Während Deutschland in der Vergangenheit eine führende Rolle in der Systematik spielte, ist dieses Arbeitsfeld in den vergangenen Jahrzehnten stark vernachlässigt worden, so dass heute eine deutliche Förderung biosystematischer Forschung auf allen ökosystemaren Ebenen sowie für alle taxonomischen Kategorien und ein betontes Capacity Building in diesem Bereich dringend erforderlich ist. Vergleichbares gilt für die Erschließung und Inwertsetzung der in Deutschland befindlichen naturkundlichen Sammlungen. Die räumliche Erfassung (Kartierung) mit Zielsetzung auf effizienten Schutz und Nutzung sowie die Bearbeitung der infraspezifischen genetischen Diversität insbesondere im Bereich genutzter Organismen wie auch die strukturellen Eigenschaften und funktionalen Leistungen von Artengemeinschaften und Ökosystemen sollten dabei angemessen berücksichtigt werden.

Wo sinnvoll, sollten bei Erfassungen auch molekularbiologische Methoden (unbedingt im mikrobiologischen Bereich) für die Charakterisierung, Beschreibung und Identifizierung eingesetzt werden, die Taxa phylogenetisch belegt und definiert



Wieviele Arten gibt es?

werden und die Integration in Informatiksysteme mit hohem Vernetzungsgrad erfolgen, vgl. die im BIOLOG-Programm des BMBF, Teilprogramm „Biodiversitätsinformatik“ bewilligten Projekte.

Einer sinnvollen Schwerpunktsetzung auf bestimmte Taxa oder bestimmte Regionen sollte eine Analyse vorhandener Kompetenzen und Kapazitäten in Deutschland und anderen Ländern sowie eine Diskussion der optimalen Zielsetzungen und Integration vorangehen. Hierbei sollten einerseits in vernünftigem Umfang Taxa und Regionen betont werden, die neben den erwähnten Rahmenbedingungen auch wegen erwarteter Nutzungspotentiale, hoher ökosystemarer Bedeutung, hohem Bedrohungsgrad oder politischer oder wirtschaftlicher Erwägungen ausgewählt werden. Daneben sollte aber in gewissem Umfang auch darauf geachtet werden, dass keine größeren Lücken in der Abdeckung der taxonomischen und geographischen Bandbreite entstehen: Weil die wichtigen Zukunftsoptionen der Biodiversität heute nicht vorhersehbar sind, bedeutet die Schaffung einer breiten taxonomischen Kompetenz eine wertvolle und unabdingbare Zukunftsinvestition.

5.2 Entstehung der Ressource

Evolutionsprozesse bilden den Motor der Biodiversitätsentfaltung. Diese Evolutionsmechanismen und die räumlichen und zeitlichen Aspekte der von ihnen bedingten Prozesse sind von hoher Bedeutung für die Persistenz von Populationen, insbesondere bei räumlichen oder zeitlichen Engpässen (z.B. Arealfragmentierung, Populationsverkleinerung) und damit wichtige Grundlage für nachhaltige

Schutzkonzepte. Das bekannte Beispiel der adaptiven Radiation bei den Cichliden des Lake Victoria unterstreicht, dass im Extremfall auch Differenzierungen auf Artniveau innerhalb relativ kurzer Zeiträume erfolgen können. Evolutive Prozesse als Ergebnis starker anthropogener Belastungen sind auch eine Voraussetzung für das Anpassungspotential von Ökosystemen (z.B. Entstehung von schwermetalltoleranten Sippen). Um weiteres Verständnis für die Prozesse der Genese organischer Vielfalt zu erhalten, sollten auch gezielt phylogenetische und phylogeographische Projekte gefördert werden, die den Verlauf und die räumliche Dimension der Entstehung der Biodiversität vor dem Hintergrund der Erdgeschichte untersuchen.

5.3 Erhaltung der Ressource

Welche Gesetze und Prozesse steuern das gemeinschaftstypische Niveau der Biodiversität in natürlichen und anthropogenen Ökosystemen und sorgen für ihre langfristige Aufrechterhaltung? Diese trotz mancher Hypothesen über Regelsysteme noch nicht hinreichend beantwortbare Frage steht im Zentrum des Problems, erfolgreiche Schutz- und nachhaltige Nutzungskonzepte zu integrieren. Der Mangel an gesicherter Kenntnis bei diesen Fragen behindert z.T. auch das Erkennen der Mechanismen, die den Wandel der Biodiversität aufgrund der zivilisatorischen Expansion des Menschen bewirken und die nicht so evident sind wie die Ausrottung von Arten durch Übernutzung oder die Extinktion ganzer Gemeinschaften durch die Zerstörung ihrer Habitate.

In diesem Bereich sind in hohem Umfang Theorie- und Methodendefizite festzustellen, die einen hohen Anteil an Grundlagenforschung erforderlich machen, z.T. in Kooperation mit Gesellschaftswissenschaften. Unabhängig von definierbaren Themen gibt es hier grundsätzlichen Forschungsbedarf. Für diesen Bereich fällt es deshalb besonders schwer, einzelnen Themenbereichen Prioritäten einzuräumen:

- Die Abhängigkeit der Biodiversität von ökologischen Standortfaktoren stellt eine basale Bedingung für Artenvielfalt dar, deren Analyse zum Verständnis der steuernden Mechanismen und die Dynamik der Systeme beitragen kann.
- Koevolutionsprozesse und Wechselwirkungen zw. Organismen (z.B. in den Bereichen Blütenbiologie, Disseminationsbiologie, Herbivorie, gegenseitige Habitatgestaltung, Symbiosen in allen ökosystemaren Bereichen, Parasitismus, Einfluss von Viren) sind noch vielfach unerkannt und in ihrer Bedeutung für die Dynamik gerade bei fortschreitender Arealfragmentierung unterschätzt. Dies gilt insbesondere auch für die Rolle von Mikroorganismen.
- Schlüsselarten spielen eine große Rolle in Lebensgemeinschaften, in denen sie die Existenzvoraussetzungen für andere Organismen mit definieren. Ihre steuernde Rolle begründet ihre Eignung für Indikatorfunktionen und für die Gestaltung von Schutzkonzepten.
- Forschung zur Rolle der (Mindest-)Arealgrößen von Populationen und dem damit verbundenen Aussterberisiko.
- Forschung zur Bewertung von Biotopvernetzungen und Trittsteinsystemen.

- Forschung zu den Kriterien und Methoden bei der Auswahl von Vorranggebieten für Schutz oder definierte Nutzung.
- Forschung in Zielsetzung auf die begründete Quantifizierung von Schutzmaßnahmen versus nachhaltige Nutzung versus Totalnutzung.
- Gezielte Artenschutzprogramme (z.B. für Schlüsselarten, usw.) und gezielte Forschung zur optimalen und effizienten Auswahl und Platzierung von Schutzkonzepten.
- Neben dem Bemühen um sinnvolle Schutzkonzepte muss angesichts der Größenordnung der Degradationsprozesse auch die Rehabilitation und Restauration vermehrt in den Mittelpunkt der Forschung gestellt werden. Gerade nach dem Scheitern von (Über-)Nutzungskonzepten können entsprechende Vorhaben hohe Akzeptanz auslösen, wenn mit der Regeneration von ökosystemaren Funktionen auch Nutzervorteile verbunden sind.
- Neben der Erhaltung von Biodiversität in der natürlichen Lebensgemeinschaft ist insbesondere im Bereich aktueller oder potentieller Nutzorganismen auch die Erhaltung in Lebendsammlungen, landwirtschaftlichen Nutzungskontexten oder Genbanken erforderlich. Praktikabilität und Effizienz entsprechender Konzepte sind ein weiterer Forschungsgegenstand.
- Angesichts der zunehmenden Rolle gentechnisch manipulierter Organismen und dem begrenztem Kenntnisstand zu ihrem Ausbreitungspotential ist ein langfristiges Monitoring der Effekte auf die Biodiversität erforderlich.
- Scheinbar unberührte Lebensräume mit z.T. hoher Artenvielfalt (z.B. Südpolarmeer, Tiefsee) sind Fernwirkungen menschlicher Aktivitäten ausgesetzt. Es ist unbekannt, welche Folgen Klimawandel und Emissionen auf diese Lebensgemeinschaften haben.

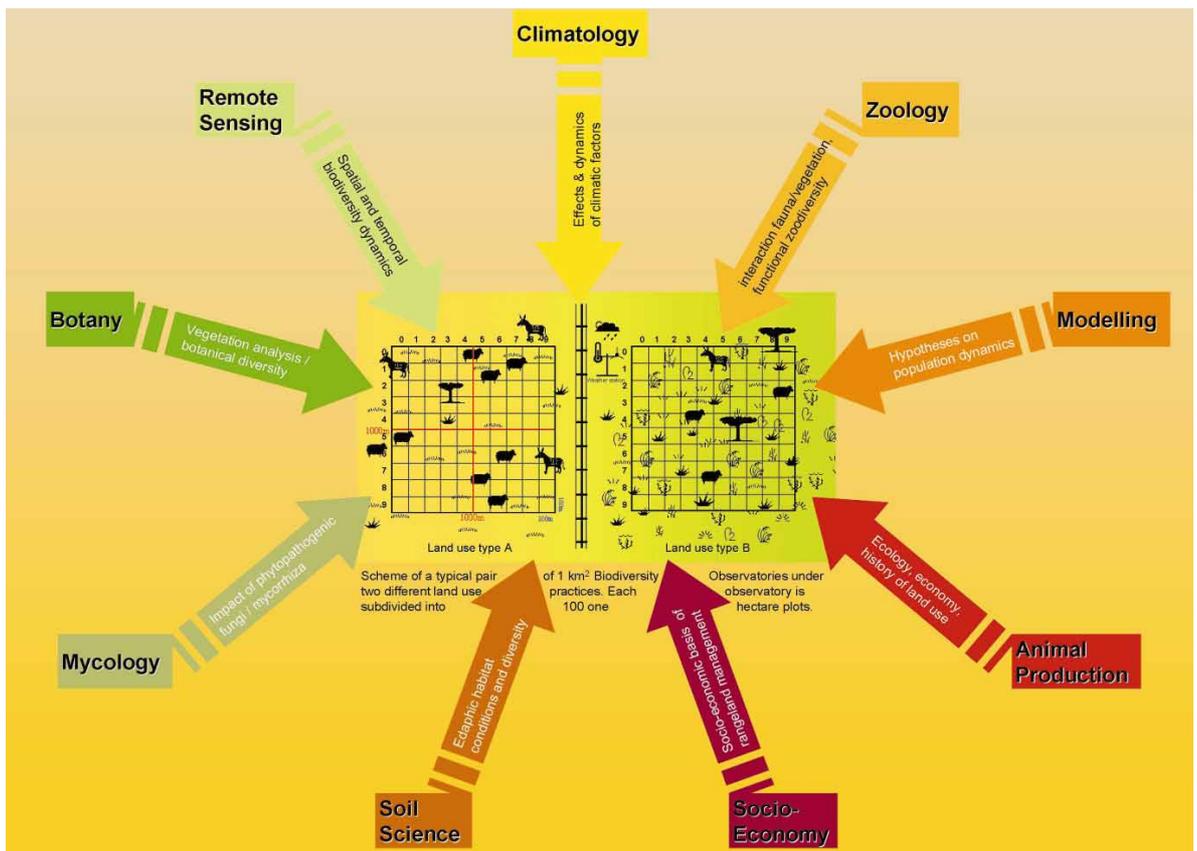
5.4 Wandel der Ressource

Biodiversitätsverluste durch Aussterben sind irreversibel. Deshalb muss dem Monitoring, hier verstanden als kontinuierliches oder wiederholtes Beobachten, insbesondere in Hinblick auf die Veränderung der Biodiversität durch Umweltwandel und menschliche Nutzung besonders hohe Bedeutung beigemessen werden: Wie, in welchem Maße, warum und unter Beteiligung welcher Mechanismen und Prozesse verändert der Mensch die Biodiversität im Rahmen seiner zivilisatorischen Aktivitäten?

Monitoring, z.T. in enger Kooperation mit Gesellschaftswissenschaften, sollte auf verschiedenen Skalen und in Bezug auf verschiedene Parameter erfolgen (einige Themen wurden bereits bei 5.3 benannt, siehe dort).

- Umwelt und Nutzungswandel wirken zunächst auf dem Maßstab lokaler Landschaften auf die Lebensgemeinschaften und ihre Biodiversität ein. Langfristiges terrestrisches und litorales interdisziplinäres Monitoring sollte deshalb bevorzugt auf Landschaftsniveau etabliert werden.





Beim Vergleich von Varianten der Landnutzung (hier: Beweidung) spielen zahlreiche Faktoren eine Rolle, wenn der Effekt auf Biodiversität analysiert werden soll.

- Fernwirkungen menschlicher Aktivitäten (z.B. Abschmelzen des polaren Eises, Eintrag von Nährstoffen bis in die Tiefsee, Korallensterben) lassen sich erfassen, wenn ein System von Biodiversitätsobservatorien eingerichtet und über lange Zeiträume international koordiniert wird.
- Der Zusammenhang zwischen Nutzungsintensität und resultierender Biodiversität ist nicht linear und systemabhängig. Für die Gestaltung nachhaltiger Nutzungssysteme, die trotz möglichst effizienter Nutzung ein Maximum an funktional und prospektiv relevanter Biodiversität erhalten sollten, ist es erforderlich, das Ausmaß der Nutzungsintensität zu quantifizieren. Da langsam ablaufende Prozesse große Bedeutung haben, ist hier die Etablierung von Monitoring-Systemen (mit Erfassung der Faktoren der Landnutzung und wichtiger Umweltparameter) von großer Bedeutung.
- Die Möglichkeit des Einsatzes von Fernerkundung unter Einschluss geeigneter Validierungsverfahren sollte intensiv überprüft werden.
- Aus pragmatischen Gründen können Indikatoren herangezogen werden.
- Der Erforschung biotischer Invasionen (Neophyten und Neozoen) sollte höchstes Gewicht gegeben werden.
- In diesem Zusammenhang ist auch der vor dem Hintergrund moderner Verkehrssysteme, weltweiter Monokulturen und des klimatischen Wandels

beschleunigte globale Austausch von Schadorganismen (insb. Mikroorganismen) in ihren Auswirkungen auf die menschliche, tierische und pflanzliche Gesundheit (auch: Bildung neuer Krankheiten) zu analysieren.

- Die Erfassung von Arten mit starker Rückgangstendenz sowie von Aussterbeereignissen sollte mit der Analyse der entsprechenden Ursachen verknüpft werden.
- Die Rekonstruktion der Geschichte der Biodiversität sollte mit Ursachenforschung für die historischen Veränderungen verknüpft werden.
- Unter Berücksichtigung metastabiler Systeme und langsamer Veränderungsprozesse sollten Monitoringprogramme auf Langfristigkeit hin geplant werden.

5.5 Bedeutung der Ressource

Die Biodiversität ist von essentieller Bedeutung für die ökosystemaren Qualitäten der Biosphäre und ganz direkt für menschliche Nutzung. Aus dieser Verknüpfung resultiert die Notwendigkeit einer engen Kooperation mit den Programmen von WCRP, IGBP und IHDP.

5.5.1 Ökosystemare Funktionen

Die Frage, welche Bedeutung die Biodiversität für die grundlegenden ökosystemaren Funktionen hat, umreißt das Kernproblem der derzeit zentralen Diskussionen zur Biodiversität. Tatsächlich sind die beiden Extrempositionen, wonach auf der einen Seite allein funktionale Typen relevant sein sollen, die Diversität innerhalb von Gilden mithin mehr oder weniger rein redundant wäre und sich Arten desselben Funktionstyps gegenseitig ersetzen könnten, oder aber die Annahme auf der anderen Seite, wonach jede Art unersetzlich und von gleich hoher systemarer Bedeutung sein soll, beide nicht zu halten. Zumindest kurzfristig betrachtet gibt es funktional bedeutendere und weniger bedeutende Arten und bei einer solchen zeitlich und räumlich beschränkten und auf eine bestimmte Leistung ausgerichteten Betrachtung durchaus eine gewisse, wenn auch keineswegs volle Redundanz innerhalb einer Gilde. Die jüngste Publikationsserie zur Biodiversitätsforschung in *Nature 405* (Mai 2000) belegt aber z.B. die positive Wirkung einer gewissen pflanzlichen Artenvielfalt auch innerhalb einer Gilde und auch kurzfristig und sehr kleinräumig. Dieser Wert der Artenvielfalt ist in erster Linie auf den so genannten Portfolio-Effekt zurückzuführen, d.h. auf die Tatsache, dass auch funktional sehr ähnliche Arten infolge ihrer unterschiedlichen Evolutionsgeschichte verschieden eingemischt sind und daher auf verschiedene Spektren von biotischen und abiotischen Umweltbedingungen nicht gleichförmig reagieren, was Artengemeinschaften in die Lage versetzt, flexibler und hinsichtlich ökosystemarer Leistungen kompensatorisch auf Umweltschwankungen zu reagieren.

Trotz solcher Belege und trotz der Formulierung einer Vielzahl von Theorien muss betont werden, dass die Rolle der Biodiversität mit ihrer scheinbaren Redundanz noch nicht hinreichend erforscht worden ist. Die Ersetzbarkeit in Hinblick auf bestimmte Funktionen, z.B. eine vergleichbare Rolle im C- oder N-Kreislauf, sagt sehr wenig aus über die sonstige Wichtigkeit der scheinbar redundanten Arten in ihren hochdynamischen



schen und vielschichtigen biotischen Interaktionssystemen und über ihre Rolle in Anpassung an stärkere kurz- und vor allem längerfristige Systemveränderungen. Da alle Organismenarten an der Erbringung von verschiedenen ökosystemaren Leistungen der Biosphäre beteiligt sind und in vielfältige, zu einem großen Teil noch nicht erfasste und nicht durchschaute Wechselwirkungen mit anderen Organismen und mit der Geo-, Hydro- und Atmosphäre eingebunden sind, sind weitere und auch prinzipiell neue Nachweise für die Bedeutung der Diversität zu erwarten. Lebensgemeinschaften sind auf organismische Vielfalt gegründet und auf sie funktional angewiesen, ein wesentlicher Teil dieser jeweiligen Vielfalt kann allein wegen der standortökologischen Anpassung der Organismen nicht ersetzt werden. Die Rolle der Diversität bei der Erzeugung wichtiger Serviceleistungen ist in vielen Lebensgemeinschaften noch weitgehend unerforscht. So kann z.B. die Bedeutung pro- und eukaryontischer Mikroorganismen als Produzenten und Destruenten für Stoffkreisläufe in der Natur (etwa bei Energieflüssen und Stoffkreisläufen, der Bodenbildung und vielen weiteren für die Biosphäre essentiellen Prozessen) und für die Evolution und Erhaltung von Makroorganismen bis heute nur annäherungsweise geschätzt werden.

5.5.2 Spezifische und unspezifische Nutzung

Die Frage, wie der Mensch die Biodiversität noch besser nutzen kann, zerfällt in (a) die Frage nach der optimaleren und vor allem auch nachhaltigen Nutzung der uns schon prinzipiell als nutzbar bekannten Biodiversität und (b) die Frage nach zukünftigen Nutzungsoptionen. In beiden Bereichen ist in nennenswertem Umfang die Integration natur- und gesellschaftswissenschaftlicher Forschung und z.T. auch der Wirtschaft erforderlich.

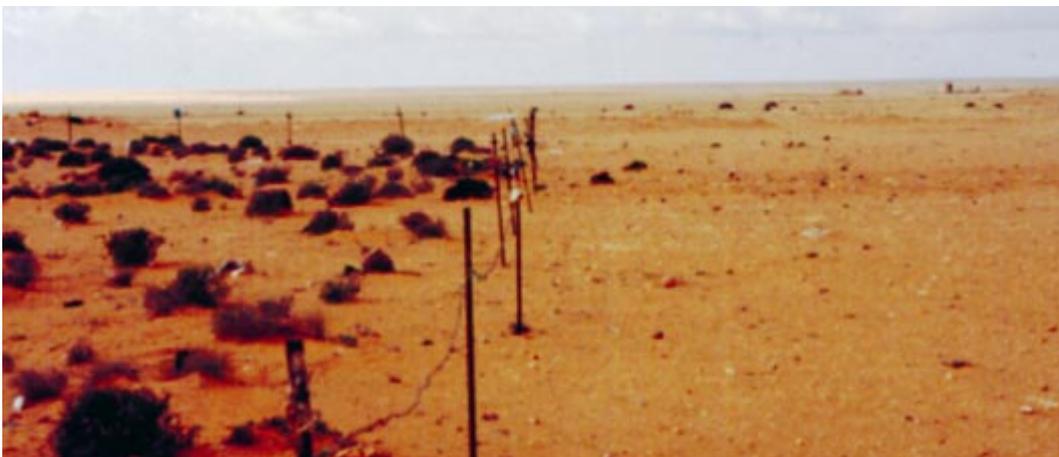
In Hinblick auf die aktuell bereits genutzte Biodiversität ist insbesondere Forschung zum Erhalt und der Erfassung der genetischen Diversität auf der Ebene der Subspezies und der den genutzten Taxa nahe stehenden Verwandtschaftskreise (und der auf diese genetische Variabilität zurückgehenden besonderen Leistungen) geboten (s.o.).



Protea cynaroides.
Protea cynaroides.

Unbekannte Potentiale der Biodiversität für menschliche Nutzung gibt es in nicht quantifizierbarem, aber sehr großem Umfang, wobei mit der steigenden Komplexität menschlicher Handlungsfelder immer neue Werte der Organismen in Erscheinung treten (z.B. DNA-Computer). Dementsprechend soll eine Auflistung von wichtigen Instrumenten und Themenfeldern für die Suche bzw. Inwertsetzung neuer Nutzungspotentiale hier bewusst als unvollständige und offene Stichwortliste dargestellt werden:

- Biodiversitätsinformatik: Gezieltes Vorscreening in Form der Erfassung von Optionen und Potentialen in Datenbanken (Beispiel für Zielvorstellung: Diversifikation für den Nahrungsmittel- und Faserbereich, um (a) der extremen Abhängigkeit von einem sehr eng gewordenen Spektrum von Nutzpflanzen zu entgegen gehen, um (b) lokale Verhältnisse durch lokal angepasste Agrosysteme besser ausnutzen zu können und der Homogenisierung der Landschaft auf wenige Monokulturen entgegenwirken zu können, bzw. um (c) Sonderstandorte und degradierte Flächen in neuer angepasster Form wieder nutzen zu können (z.B. Halophyten als Nutzpflanzen, künstliche Riffe für Nutzfische).
- Angepasstes Screening (Lernen aus INBio) regionaler Biodiversität in Kooperation mit den verschiedenen Ebenen von Entscheidungsträgern mit Betonung und unter aktiver Einbeziehung der Local Communities.
- Faire Umsetzung traditionellen Wissens zur Nutzung der Biodiversität (rechtliche Probleme, intellectual property rights).
- Züchtungsforschung, erweitert durch die modernen Techniken der molekularen Genetik und der Biotechnologie (rechtliche Probleme, Patentrecht, Vorteilsausgleich, Risiko-Abpufferung, wirtschaftliche Nachhaltigkeit).
- Erforschung nachwachsender Rohstoffe, z.T. in kombinierten Nutzungssystemen mit anderen Nutzaspekten.
- Schwerpunkte der mikrobiologischen Forschung sollten auf die Beziehungen zwischen Mikro- und Makroorganismen, insbesondere der Symbiose, gelegt werden, um die elementare Bedeutung von Mikroorganismen in Schlüsselfunktionen und ökologischen Zusammenhängen (Agrarbereich, nachwachsende Rohstoffe) aufzuklären.



Der zehnjährige Beweidungsausschluss von Kamelen durch einfachen Stacheldraht erlaubt die Regeneration eines Zwerggesträuches in der Vollwüste von Northwest-Ägypten.
A simple fence in Northwest Egypt is excluding camels from grazing. After ten years the effect is clearly visible.

5.6 Gesellschaftliche Organisation des Ressourcenmanagements

Wie kann ein gesellschaftlich akzeptables und nachhaltiges Management der Ressource Biodiversität organisiert werden? Diese Frage betrifft in hohem Maße die Gesellschaftswissenschaften, bedarf aber auch umfangreicher naturwissenschaftlicher Beteiligung. Schutz- und nachhaltige Nutzungskonzepte sind in der Regel nur dann dauerhaft und erfolgreich etablierbar, wenn auch die lokale Bevölkerung dieses Ziel akzeptiert. Neben dem kulturellen Hintergrund, der Wahrnehmung der Umwelt und ihrer Risiken und den weltanschaulichen und ethischen Grundwerten bilden die politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen, die Besitzverhältnisse und Zugangsrechte, Marktregelungen, die Verfügbarkeit von Wissen und Technologien nur einige der Faktoren, die die Machbarkeit von Konzepten für nachhaltige Nutzung und für den Schutz der Biodiversität bestimmen. Dieses Themenfeld kann nur in intensiver Kooperation von Gesellschafts- und Naturwissenschaften erfolgreich angegangen werden. Während bei relativ naturnahen Systemen die kooperativen Handlungsfelder noch überschaubar sind, in denen Naturwissenschaften und Gesellschaftswissenschaften noch weitgehend eigenständigen Fragestellungen nachgehen, ist im Falle der durch längere menschliche Nutzung geprägten Kulturlandschaften eine hohe Integration bei der Formulierung gemeinsamer Forschung erforderlich. Unabhängig von dieser Notwendigkeit einer transdisziplinären Zielstellung besteht Forschungsbedarf zu den folgenden Punkten:

- Der Schwerpunkt der integrativen Forschung sollte auf der Erprobung und Analyse von biodiversitätserhaltenden Landnutzungssystemen (auch mit Integration von Schutzkonzepten) liegen. Alle Aspekte, die zur Akzeptanz oder Ablehnung solcher nachhaltigen Nutzungskonzepte beitragen, sollten analysiert und Mechanismen einer Biodiversitäts-Verträglichkeitsprüfung definiert werden.
- Lokalen Studien auf Landschaftsniveau sollte besonderes Gewicht zukommen (parallel zu Monitoringvorhaben, vgl. 5.4).
- Community Participation sollte als Voraussetzung für lokale Studien definiert werden.
- Forschung zu der gesellschaftlichen Wahrnehmung und Bewertung der terrestrischen und marinen Biodiversität und ihres Wandels sowie der damit verbundenen ethischen Probleme sollte etabliert werden.
- Intensive vergleichende Kulturforschung ist notwendig zum Einfluss verschiedener kultureller Identitäten und Positionen auf die Einstellung zur Biodiversitätsnutzung und -erhaltung (Interaktion Kulturerbe – Naturerbe).
- Welche Rolle spielen marktwirtschaftliche Einflüsse und Regelungen (global, regional, aus den Industriestaaten...) beim Nutzungswandel in Entwicklungsländern?
- Gezielte Forschung ist erforderlich zu den Auswirkungen verschiedener Varianten des Ökotourismus und der jeweiligen Belastungsgrenzen der auf diese Weise genutzten Ökosysteme.
- Es besteht dringender Bedarf an der konsequenten Berechnung des Wertes von Biodiversität im Vergleich zu den Gesamtkosten von biodiversitätsdegradierenden



Kreideriedfrosch, *Hyperolius nitidulus*, Comoe-National-Park, Elfenbeinküste.
 Calling male Reed frog, *Hyperolius nitidulus*, Comoe-National-Park, Ivory Coast.

Nutzungsformen und den dadurch ausgelösten Verlusten und Kompensationskosten. Diese privat- und volkswirtschaftlichen Kosten- und Bilanzrechnungen sollten in Bezug auf alle System- und Raumskalen durchgeführt werden. Auch begründete Abschätzungen des ökonomischen Wertes der mittelfristig umsetzbaren Biodiversitätspotentiale sind für alle relevanten Bereiche erforderlich.

- Die Erhaltung der genetischen Diversität bei Kulturpflanzen und Haustieren (Agrarbioidiversität) stellt ein besonders komplexes Thema in Hinblick auf die Überschneidung wirtschaftlicher Interessenlagen großer Produzenten, gesellschaftlicher Interessen, lokaler Nutzer und den Belangen nachhaltiger Landnutzung und des Biodiversitätsschutzes dar.
- Wegen der hohen politischen Bedeutung eines gerechten Vorteilsausgleichs sollte versucht werden, zur Internationalisierung der Vorteile (aber auch der Risiken) der Biodiversitätsnutzung beizutragen. So könnte z.B. ein regional definiertes Modellvorhaben für die Kooperation bei der Bereitstellung von Biodiversität einerseits und ihrer Nutzung und Inwertsetzung im Sinne eines kooperativen Bioprospecting andererseits in einer Region mit hoher Biodiversität etabliert werden, wobei aus den Stärken und Schwächen von INBio entsprechend weiterentwickelte Konzepte abgeleitet werden könnten.
- Patente haben schon in der Vergangenheit Einfluss auf die Landnutzungsformen gehabt. Durch die Einführung gentechnischer Methoden werden Patente und andere Kontroll-Elemente für Besitzansprüche (z.B. Terminator-Gene) noch größere Bedeutung erhalten. Der Einfluss dieser Entwicklung auf die Landnutzung sollte erforscht werden.
- Forschung zu den politischen, wirtschaftlichen und juristischen Gestaltungsmöglichkeiten und -grenzen internationaler oder bilateraler Abkommen; ebenso gezielte Forschung zu dem Verhältnis von CBD zu CCD und zu anderen Konventionen und Abkommen sind erforderlich.



6. Schlussbemerkung

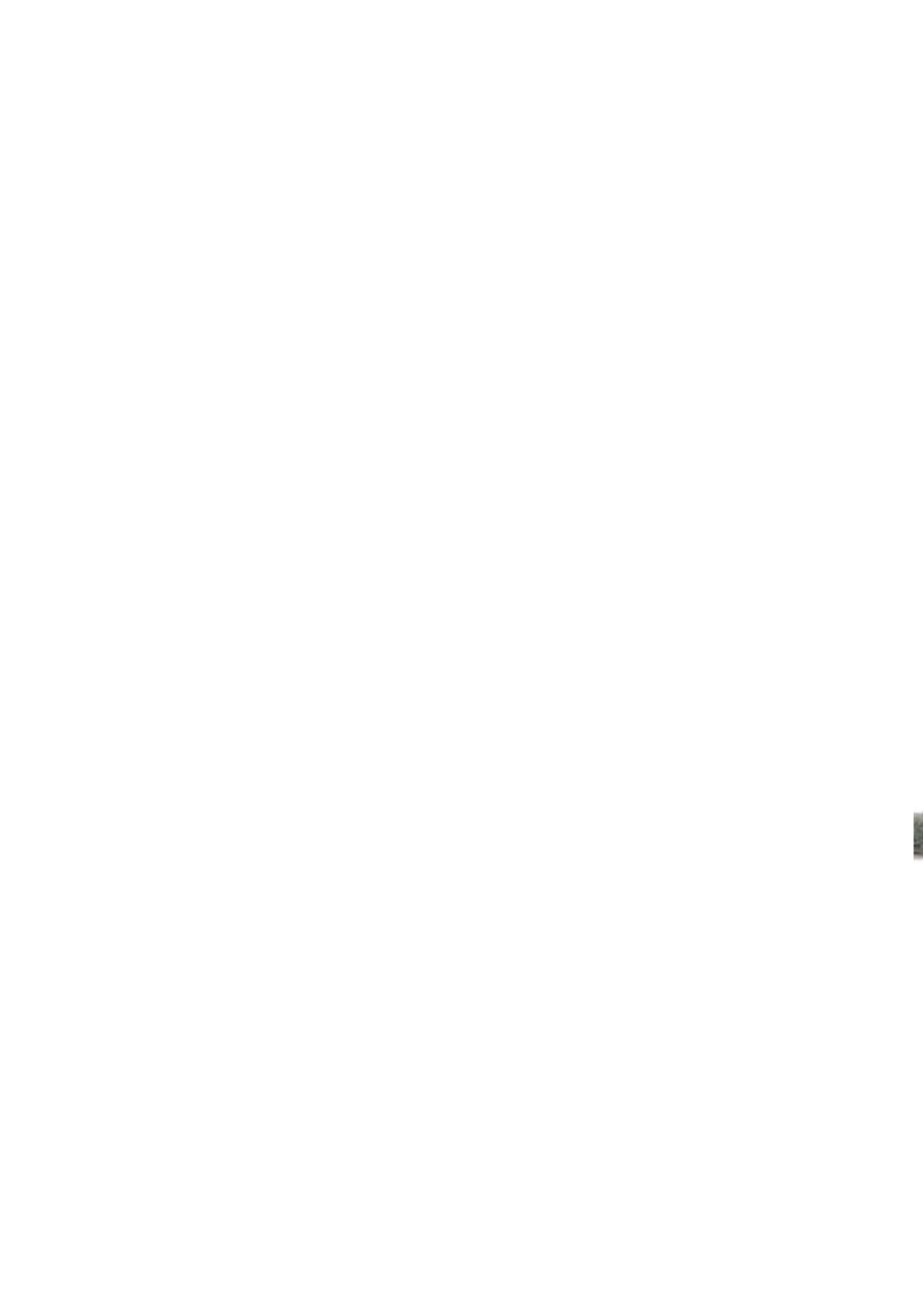
Abschließend soll betont werden, dass die Biodiversitätsforschung in Deutschland aufgrund des Förderungsdefizits der vergangenen Jahre besondere Strukturförderung erhalten muss, wenn die ehemalige Spitzenposition wieder erreicht werden soll. Neben einer deutlichen Verbesserung der Förderdimension sollte deshalb ein Kooperationsmodell (z.B. in Europa) und die Schaffung geeigneter nationaler Programme in enger Kooperation mit WCRP, IGBP, IHDP und DIVERSITAS International entwickelt werden.



Rinnenerosion am Goariep (Richtersveld, Südafrika).
Gully erosion at the Goariep (Richtersveld, South Africa).

Danksagungen

Die Erstellung dieses Papiers wurde durch das Nationale Komitee für Global Change Forschung initiiert, wobei besonderer Dank für dynamische Diskussionsbeiträge an Eckard Ehlers und Hartmut Graßl gehen sowie an Thomas Krafft und Silvia Hoch für die Organisation des Bearbeitungsprozesses. Während der Bearbeitung erhielt der Autor zahlreiche wichtige Hinweise und Beiträge von der deutschen DIVERSITAS community, wobei mit besonderem Dank Karl Eduard Linsenmair sowie Clas Naumann, Christoph Haeuser, Wilhelm Barthlott, Angelika Brandt, Burkhard Büdel, Ingo Kowarik, Stefan Porembski, Erko Stackebrandt, Ulrich Zeller, Manfred Ade und Wolfgang Waegele erwähnt werden. Anne Larigauderie fügte Information über das internationale DIVERSITAS-Programm bei. Die Mehrzahl der Fotos wurden von Karl Eduard Linsenmair zur Verfügung gestellt, ein kleinerer Teil vom Autor.



English Summary

Bio- diversity

The Living Resource: Challenges and Research Strategies

**A Science plan for the German research
on the global change of biodiversity**



compiled by
Norbert Jürgens
photos by
Eduard Linsenmair

for
DIVERSITAS Germany
and the
German National Committee on Global Change Research (NKGCF)

Content

1.	<i>The international frame: the DIVERSITAS programme</i>	27
2.	<i>Biodiversity – the living resource</i>	29
2.1	<i>Position 1</i>	29
2.2	<i>Position 2</i>	30
2.3	<i>Position 3</i>	30
2.4	<i>Position 4</i>	31
2.5	<i>Position 5</i>	31
2.5	<i>Position 6</i>	31
3.	<i>Thematic background for a strategy of biodiversity research</i>	32
3.1	<i>Assessment of the resource</i>	33
3.2	<i>Origin of the resource.....</i>	34
3.3	<i>Conservation of the resource.....</i>	35
3.4	<i>Changes of the resource</i>	36
3.5	<i>Importance of the resource.....</i>	37
3.5.1	<i>Ecosystemary function</i>	37
3.5.2	<i>Specific and unspecific uses</i>	38
3.6	<i>Social organisation of the resource management</i>	39
	<i>Acknowledgements.....</i>	41



1. The international frame: The DIVERSITAS Programme

This document has been produced in close contact with the international research programme on biodiversity called DIVERSITAS. DIVERSITAS is sponsored by ICSU, SCOPE, IUBS, IUMS and UNESCO. It belongs to a family of four global change programmes (IGBP, WCRP, IHDP and DIVERSITAS) which recently created a partnership, called the Earth System Science Partnership, to tackle together global environmental problems.

DIVERSITAS recently held, on 31 Aug. -2 Sept. 2001 in Paris, a meeting of its Task Force, to review its mission and specific scientific objectives. As a result of this discussion, DIVERSITAS' general objectives are defined as follows:

- to promote an integrative biodiversity science, by synthesizing existing knowledge and identifying gaps and emerging issues of global importance, and by building bridges between various countries and disciplines.
- to provide the scientific bases for the conservation and sustainable use of biodiversity, by investigating the socio-economic and policy implications of biodiversity science and communicating these to the policy community, with links to international conventions.

Three programme columns ("core projects") are proposed:

Core Project 1 "Understanding, monitoring and predicting biodiversity changes"

This core project will focus on assessing biodiversity, its current and future changes and the mechanisms at the origin of these changes (generation, maintenance and reduction). It will address the following questions:

- What biodiversity do we have, where?
- How and where is it changing?
- What are the drivers of these changes, and the ecological and evolutionary processes involved in them?
- What are possible biodiversity scenarios for the future?



Core Project 2 “Assessing impacts of biodiversity changes”

This Core Project will study how the biodiversity changes – studied and measured in Core Project 1 – affect ecosystem functioning and the provision of ecological goods and services to human societies (Focus 2.1), and will develop a focus on the impact of biodiversity changes on human and livestock health (Focus 2.2).

Core Project 3 “Developing the science of biodiversity conservation and sustainable use”

This core project explicitly recognises that the primary driver of biodiversity change is human activity. Effective solutions for the sustainable management of biodiversity therefore lay in understanding how individuals and societies value that biodiversity, especially those who have ownership of, and who directly utilise living resources and the biogeochemical systems on which they depend. Many of the present international conventions and directives, national policies and local regulatory tools have not resulted in the sustainable management of biodiversity because they do not recognise and deal with the underlying motivations of individuals and states (e.g. the global failure of marine fisheries policies).



Blühende Vegetation von Namaqualand: *Leipoldtia*, *Ruschia*, *Gorteria* spp.
Namaqualand vegetation flowering: *Leipoldtia*, *Ruschia*, *Gorteria* spp.

2. Biodiversity – the living resource

All approaches to the above goals of biodiversity science are as complex as the diversity of life itself, as biodiversity is covered by a very broad definition:

"... Earth's biodiversity – including all organisms and species, their immense genetic variation, as well as their complex assemblages of communities and ecosystems..."

DIVERSITAS PROGRAMME

So – within the framework of a global environmental change viewpoint – all presentations of life on earth in all its scales and systemic relationships are included, ranging from molecular regulation processes to the role of plants and animals used by mankind for agricultural purposes and the many contributions made by biodiversity to ecosystems.

In addition, living systems are not only able to respond to their environmental conditions, but are adapting themselves by the permanent innovative process of evolution, as each global influenza wave proves.

How can we approach this overwhelming thematic diversity and complexity? What should be the most important research goals? Some basic positions will be formulated in the following, as a first step in this direction:

2.1 Position 1:

Biodiversity forms an essential precondition for human life on earth.

Biodiversity is not only the essential physical substrate for the "life support system" of the earth's *biosphere*, which directly influences our environment and the circumstances of our lives. In addition, existing biodiversity forms a very rich *potential for all sorts of uses*, be it direct use with a variety of economic consequences or be it a source for ecosystem engineering. Biodiversity enables ecosystems to gradually adapt, for example, to changing environmental conditions, including anthropogenic environmental change. This ability to *adaptation* in combination with portfolio-effects supports *stability* and *productivity* of ecosystems. Furthermore, existing biodiversity forms the precondition for all *future evolutionary development*, thereby forming our most valuable, and at the same time current and future capital. *These most significant values of biodiversity are objectively true and do not depend on ethical or socio-political viewpoints. Until today this value has only partly been understood by our societies, only partly been studied by our scientists and only partly turned into economical value by our economies. Nevertheless, these valu-*

able and non-ideological values form the scientific basis for the need for a strong and goal-oriented biodiversity research strategy.

2.2 Position 2:

Due to the rapid expansion of human civilisation a “restructuring” of the biosphere is taking place, which is imposing numerous changes and a general decrease of the limited and valuable resource of biodiversity.

At present, the restructuring of the biosphere is driven by various socio-economic forces and processes, which only marginally consider the conservation and sustainable utilisation of biodiversity as co-factors for decisions. However, such a *resource management*, which would enable both optimised utilisation as well as the conservation of biodiversity should be defined as a central goal for biodiversity research. For this purpose it is a necessary prerequisite (as is the case for the management of all other resources like water, energy, metals) to analyse not only the origin, maintenance and regeneration of the resource, but also its potential and the options and risks for its sustainable utilisation. This new focus is moving the paradigms of biodiversity research somewhat away from an older more cultural definition and slightly more into the direction of a global management of a functionally central, economically highly interesting resource and by diversity and scale unique resource. Under a global view the old schism nature – civilisation is no longer valid: The care for the “*garden earth*” (or “*system earth*”) requires an integrative management which includes both the *conservation* of nature with all its goods and functions (including the conservation of untouched wilderness areas) and the *use* of cultivated organisms, always considering that these depend on ecosystem qualities. It is one of several complex goals for modern interactive biodiversity research to define suitable concepts for such a scientifically functional and socio-economically acceptable resource management, which includes conservation and utilisation on various scales.

2.3 Position 3:

Biodiversity research should be planned in parallel to other Global Change programmes and should include a consideration of a larger spatial scale, international integration and long-term processes.

The change of environments and biodiversity is not limited to regional scales but involves global scales and processes. Looking at the driving forces, the global dimension of human expansion and economic development as well as global changes of biogeochemical cycles and of climate are causing gradual and slow changes of often unknown spatial importance. With respect to the responses of biodiversity, we know that migrations and invasions of organisms are independent of national boundaries. Similarly, the use and overexploitation of biodiversity are to be seen in a globalised context, whether we look at those ecosystem functions of the biosphere which are taken for granted or whether we take the economic value of single taxa in a globalised economy. Therefore, the CBD and the DIVERSITAS programmes have been formulated as global responses to the issue of changing biodiversity.



2.4 Position 4:

The change of biodiversity can only be analysed successfully, if nature sciences and socio-economic sciences develop suitable interdisciplinary and integrated approaches.

The processes of anthropogeneous change of biodiversity can only be understood when the socio-economic frame and the cultural and historical background of the actors are sufficiently analysed. Especially the perception of the value of biodiversity is strongly controlling the sustainability of use and/or overexploitation of biodiversity. Therefore, efficient conservation and sustainable use concepts can only be developed in interaction with the acting people and the decision makers. In this context it is necessary to deal with the background causes for those decisions and paradigms which cause degradation of biodiversity, rather than correct short-term symptoms.

2.5 Position 5:

The Federal Republic of Germany, a country relatively poor with respect to the natural resource biodiversity, but a highly developed industrial country, technically and scientifically much advanced, export-orientated and depending on continuous innovative product development, must have a multiple interest in co-operative international biodiversity research.

This statement is underlined by our country's obligations in various international agreements and market dependencies. The geographical separation between (a) the global centres of highest biodiversity situated in the third world countries and (b) the industrial countries with their highly advanced scientific-technical know-how in developing the ecological value and new management tools to a sustainable economical use of biodiversity provides a chance for close international co-operation for mutual benefit. Such a north-south-co-operation can provide an important new tool to narrow the increasing economical gap between the industrialised and the developing countries.

2.6 Position 6:

International co-operation will only develop successfully, if new international agreements provide a new basis for new forms of international co-operation in the fields of biodiversity conservation, sustainable use of biodiversity, development of the economic potential of biodiversity and share of the economical profits of biodiversity.

This relates especially to the question of ownerships and patents of special organisms and their attributes (e.g. by single nations, enterprises, individuals). But also the political and economical harmonisation of sustainable biodiversity-management requires international agreements which provide the necessary framework for a management of biodiversity in order to mutually adjust national laws and their economical consequences.

3. Thematic background for a strategy of biodiversity research

Corresponding to the above basic positions, the perception of biodiversity as a natural resource shall be emphasised. The underlying background theme reads: "Mankind needs, uses and threatens biodiversity" and may be differentiated into the following historical phases:

The basic situation	Biodiversity (including mankind) develops, based exclusively on natural process mechanisms.
The historical situation	Mankind in relatively low population density uses biodiversity without causing drastic losses of species diversity.
The present situation	6 billion human beings overuse, globalise and change biodiversity with the consequence of high extinction rates from the local to the global level, destroy whole ecosystems and, under the condition of unchanged behaviour, threaten – in the long run – the functions of the biosphere.
The aim for the future	Humankind understands the laws and mechanisms of biodiversity and develops a management for the maintenance and sustainable use of biodiversity as a resource.

We are at present in a historical transition from an old situation which was marked by uncontrolled process mechanisms and the chance that mankind for the very first time understands himself as a global player who has to develop a management of biodiversity, including its use and conservation. For a successful resource management, it is principally necessary to assess the size and spacial and temporal dimensions of the resource. In addition, intensified research into the potential of use of biodiversity appears necessary with regard to efficiency of use. As the resource is also of commercial value and restricted, the property rights and the legal conditions have to be studied, too. Insofar, biodiversity can be regarded as an arbitrary resource. However, whereas many resources are either finite (e.g., coal) or are regenerated in the course of a flow balance (e.g. freshwater from rainfall), the situation in biodiversity is more special: while the contemporary species (presently existing resource) can in most cases be multiplied and developed for the sake of human use, extinct species and species communities can under no circumstances be regenerated in reasonable time dimensions (missing regeneration potential after overexploitation). From these peculiarities, it results that it is necessary, besides the essentially pragmatically research on natural resources, to promote in a considerable extent basic research, as it is outlined below in more detail. This should



not only serve at comprehending biodiversity and to unravel the functional-ecological aspects and historical aspects of human use, but also at forcing the formulation of new theories and the development of new methods. In the latter case, the establishment of new concepts for the preservation of biodiversity must be regarded as an especially complex problem, which can only be started with the prospect of good success on the basis of a far-reaching integration of natural and social sciences.

On this background, the following themes have to be dealt with:

- Assessment of the resource
- Origin of the resource
- Conservation of the resource
- Changes of the resource
- Importance of the resource
- Ecosystemary functions
- Specific and unspecific uses
- Social organisation of the resource management

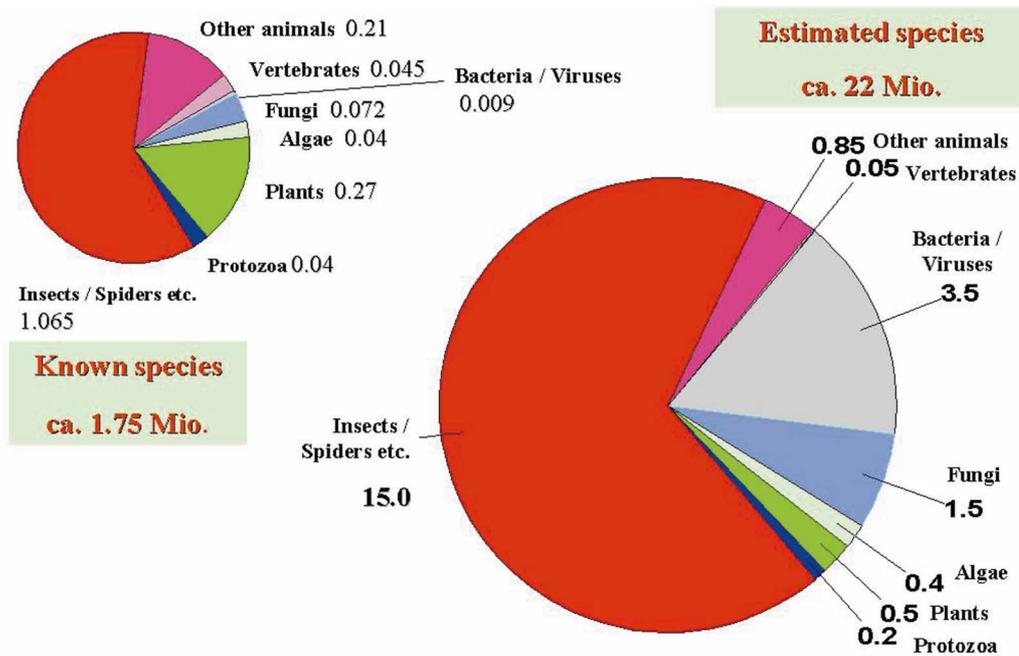
3.1 Assessment of the resource

Assessment and inventarisation of biodiversity are by no means finished, but furthermore necessary on a broad scale (cf. Systematics Agenda 2000) as a reference-basis for all potentials of function and use. This research serves at the same time practical interests, namely, direct resource management and basic research. The investigation of use properties, ecological preferences, conservation strategies, and, in general, all further quantitative analyses require the objective recognisability of pragmatically manageable units of diversity.

Whereas Germany earlier played a leading role in systematic research, this field has been widely neglected during the past decades so that today, pronounced promotion of biosystematic research on all ecosystem levels and for all taxonomic categories and an emphasis on capacity building in this field is urgently required. The same holds true for the inventorisation and opening of natural science collections in Germany. The spatial mapping of biodiversity, aiming at an efficient conservation and use, the analysis of infraspecific genetic diversity especially of organisms used by mankind as well as the structural features and functional performance of species compositions and ecosystems should be considered appropriately.

As far as applicable, especially with respect to micro-biological taxa, molecular-biological methods should be used for the description, identification and assessment, which recognise and define taxa phylogenetically, supplemented by the integration of such data in biodiversity information systems, e.g. the projects granted by the BIOLOG-programme of the BMBF, subprogramme "biodiversity informatics".

Research on specific taxa or regions should be emphasised based on existing knowledge, collections, research traditions, potential uses, high degree of ecosystemary importance or high degree of threat, or based on political or economical reflections. Moreover, no major gaps should be allowed in the treatment of taxonomical groups and geographical regions: Since the future options of biodiversity are unpredictable, the establishment of a broad taxonomic competence is a valuable and essential investment into future.



How many species are there?

3.2 Origin of the resource

Ecological changes and evolutionary processes represent the driving mechanism for the development of biodiversity. These evolutionary mechanisms and the spatial and temporal aspects of these processes are of utmost importance for the maintenance of populations, especially in spatial or temporal bottleneck situations (e.g. area fragmentation, population diminishment), and therewith important basis for sustainable research concepts. The most well-known example of the adaptive radiation of the cichlid fishes of Lake Victoria underlines that, in the extreme, differentiation on species level is possible in very short periods of time. Furthermore, evolutionary processes as induced by strong anthropogeneous environmental changes and impacts are enabling adaptation of taxa and ecosystems (e.g. development of infraspecific taxa being tolerant to high concentrations of heavy metals). Additionally projects on the course of phylogenesis in selected taxa and their geographical distribution on earth will develop additional understanding of the processes in interaction between evolutionary mechanisms and the earth's ecological history.



3.3 Conservation of the resource

Which rules and mechanisms govern the level of biodiversity in natural and anthropogeneous ecosystems and control their long-term stability? This is a central question if concepts for successful conservation and sustainable use are required. The lack of evidence is also impeding progress in understanding the mechanisms which govern the change of biodiversity due to the expansion of human civilisation and which are not always as evident as the extinction of whole communities of organisms by overexploitation or by destruction of their habitats.

In this field, an important lack of well founded theories and methods is obvious and requires additional basic research, partly in co-operation with the social sciences.

- The control of biodiversity by environmental factors represents a basic set of rules for biodiversity. The analysis of the role of these environmental factors will also contribute to a better understanding of the underlying mechanisms and the dynamics of the ecosystems.
- Interaction between organisms (for example in the fields of pollination biology, dissemination biology, herbivorie, symbioses in all aspects of ecosystems, parasitism, influence from viruses) is largely unresearched and generally underestimated with respect to its importance for biodiversity dynamics, especially in the case of increasing fragmentation of areas. This factor is of special importance also for the role of micro-organisms.
- Key species and specific guilds play an important role in communities of organisms, in which they control the preconditions for the existence of other organisms. Their controlling role defines their suitability as indicators and as tools for conservation and management concepts.
- Research on the role of (minimum) area sizes of populations as related to survival or extinction.
- Research concerning the importance of habitat networks and stepping stone systems.
- Research concerning criteria and methods for the assessment and selection of appropriate position and size of priority areas for conservation or defined land use.
- Research aiming at a reasonable quantification of conservation measures versus sustainable land use versus intensive use.
- Research for concepts for species conservation programmes (for example for key species).
- Research for concepts for the rehabilitation and restoration in various scenarios of severe degradation.
- Next to conservation of biodiversity in natural habitats also the conservation of species in life collections, on farms or in seedbanks are suitable tools in many cases, especially with respect to organisms with high use potential. Practicability and efficiency of such concepts are to be studied.
- Considering the increasing role of genetically manipulated organisms and our limited knowledge of the risk of uncontrolled distribution of parts of the manipulated genome a long-term monitoring of the effects on biodiversity is required.

- *Hitherto untouched habitats of high biodiversity (e.g. deep sea, antarctic polar sea) are exposed to remote impacts from human activities. The consequences of climate change and atmospheric pollution on these communities are unknown.*

3.4 Changes of the resource

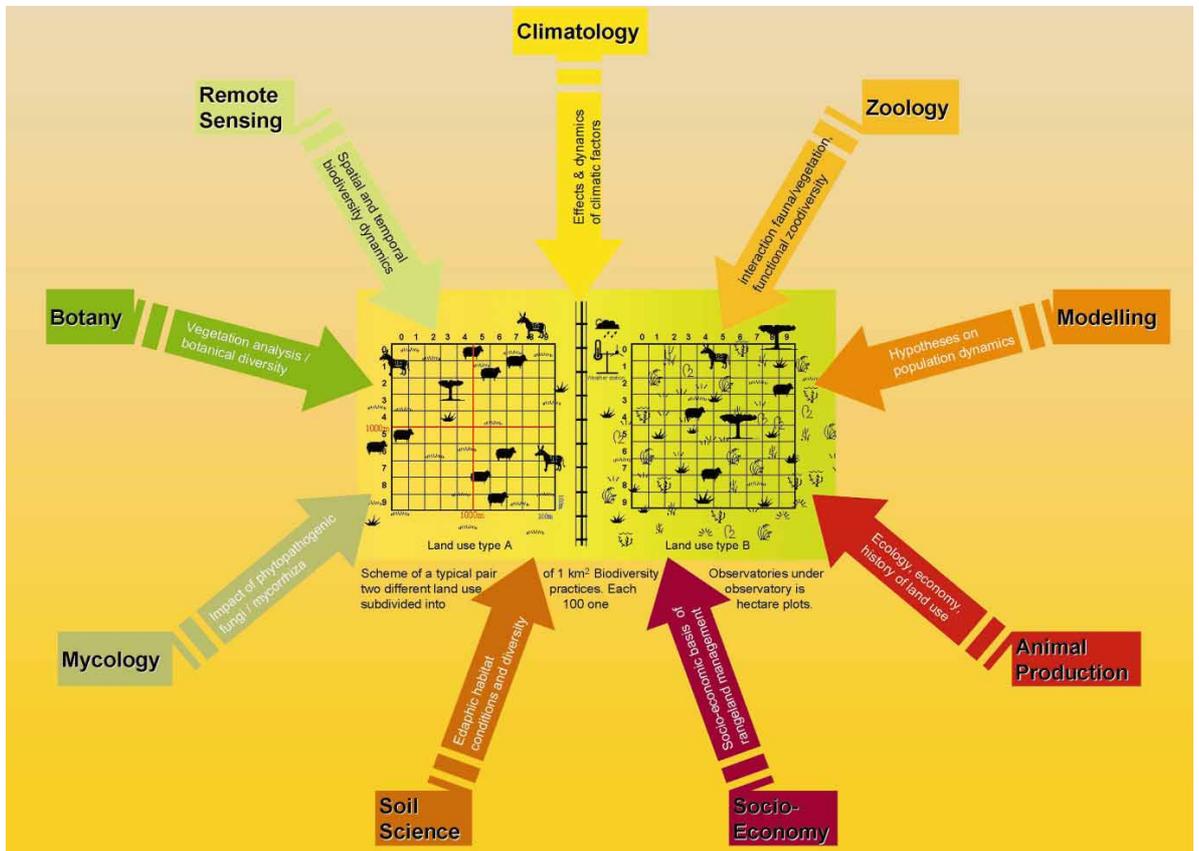
Losses of biodiversity by extinction are irreversible. Therefore the monitoring of the change of biodiversity as related to environmental change and human land use is of extraordinary importance: How, to what extent, why and by means of which mechanisms and processes is biodiversity changing in connection with human civilisation.

Monitoring, partly in close co-operation with social sciences, should be established on various scales and with respect to several parameters (cf. also 3.3).

- Environmental change and changes in land use are increasing their impact on communities of organisms and their biodiversity especially on the scale of local landscapes. Therefore, terrestrial and littoral long-term interdisciplinary monitoring should be established on landscape scale.
- Remote effects of human activities (e.g. polar ice melting, import of nutrients into the deep sea, degradation of coral reefs) can be documented, if a system of biodiversity observatories is implemented and coordinated over long periods of time.
- There is no linear relationship between land use intensity and resulting biodiversity. It is necessary to define that type and extent of land use which allows a maximum of functional and potentially valuable biodiversity in spite of efficient land use.
- The establishment of monitoring systems (combined with documentation of controlling factors of the environment and land use) is of special importance because slow processes have a very high importance.
- The potential of remote sensing techniques in combination with suitable validation should be developed.
- Research on biotic invasions (neophytes and neozoa) should receive very high attention.
- In this context the synergistic effect of modern traffic systems, global intensification of monocultures and climate change on an intensified global exchange of problematic organisms, especially micro-organisms and their impact on the health of humans, animals and plants (also: the emergence of new diseases) has to be analysed.
- The assessment of species with high decrease as well as extinction events should be linked to an analysis of the relevant causes.
- The reconstruction of the history of biodiversity (especially during time of human influence) should be combined with research on the forces which controlled historical changes.



- In consideration of metastable systems and slow processes all monitoring projects should allow long-term observation.



For a comparison of different land use practices (here: grazing) many factors are potential drivers, when effects on biodiversity shall be analysed.

3.5 Importance of the resource

Biodiversity is of essential importance for ecosystemary functions of the biosphere and, directly, for human use. Due to these diverse relationships, the analysis of the value of biodiversity requires co-operation with all global change programmes (WCRP, IGBP and IHDP).

3.5.1 Ecosystemary functions

How important is biodiversity for basic ecosystemary functions? This puts a question mark on one of the most vital scientific discussions around biodiversity. Probably, neither of the extreme positions, which are often formulated is tenable: On one hand, only functional guilds are seen as relevant, diversity within guilds would be highly redundant and species of the same functional type would be able to

replace each other. On the other hand, each species is seen as irreplaceable and of unique functional importance for the system. In this context the scale of time and space is of importance: From a short-term viewpoint, functionally more and less important species can be distinguished and, looking at specific functional aspects, even a certain, but not full redundancy can be detected within one guild, if we limit our observations to a smaller unit in space and time. On the other hand, it has recently been shown (*Nature* 405, Mai 2000) that a certain level of botanical biodiversity within one guild has a short-term positive effect even in a local ecosystem. The involved value of biodiversity is described as a portfolio-effect, i.e. even functionally similar species show different niche preferences which have been developed during evolutionary history; therefore they show differing responses to different combinations of biotic and abiotic environments; thereby, species communities are able to react more flexible and a compensation of degrading ecosystematic functions is possible.

In spite of this evidence and in contrast to a large number of scientific theories it has to be emphasised that the role of biodiversity has not yet received sufficient scientific research. In fact, research has often be limited to a limited spectrum of ecosystem functions. However, the redundancy with respect to certain functions, e.g. in the C- or N-cycle, does not provide information on the importance of such species in their highly dynamic and complex systems of biotic interaction and on their role in the response of the whole ecosystem in adaptation to environmental changes. We expect that much more evidence for ecosystemary function of biodiversity for the biosphere will become visible, once only for more species the numerous and hitherto not analysed (mutual) dependencies with other organisms and their links with the geosphere, hydrosphere, and atmosphere will be researched. Species communities have been developed and evolved based on organismic diversity and they depend on their functions, which to a high extent have evolved in specific and local adaptation to habitat properties. Today, for many important sections of ecosystems, the role of biodiversity for ecological functions has only superficially been touched on the role of pro- and eucaryotic micro-organisms as producers and destruent for flows of energy and nutrients, soil formation and other essential ecosystem processes and for the evolution and ecology of macroorganisms is still largely unknown.

3.5.2 Specific and unspecific use

The question, how man can use biodiversity more efficiently, can be divided into two sub-questions with regards to (a) the question of optimised and sustainable use of currently already known biodiversity and (b) the question of future use potentials. For both questions, high integration of natural and social sciences is required, including the economical sector.

Looking at currently already known biodiversity, research on assessment and conservation of genetic diversity at the level of subspecies and especially with respect to wild relatives of used taxa is necessary (see above).

There is no doubt, that the unknown potential of biodiversity for human use is – although unknown – extremely high. Additionally, with increasing complexity of human activities new values of organisms are created (e.g.: use of DNA as a technical solution for information storage). Because of this rapid and open development the following list of themes and instruments for research on the use potential of biodiversity is only a rough and incomplete one:



- Biodiversity information technology: Pre-screening and databanking for an assessment of options (example: diversification in the field of food and fibre, in order to (a) minimise the risks caused by a limited spectrum of used organisms, to (b) optimize local systems by use of locally adapted land use systems and (c) act against the homogenisation of the landscapes by monocultures, and (d) in order to develop new forms of use for problematic environmental sites and degraded sites (e.g. use of halophytes in degraded arid ecosystems, artificial reefs for fish species).
- Adapted screening of regional biodiversity in co-operation with the regional and local stakeholders and communities with emphasis on and active participation of local communities.
- Fair transfer of traditional knowledge with respect to use of biodiversity (legal problems, intellectual property rights).
- Breeding research, enhanced by methods of modern molecular genetics and biotechnology (legal problems, patent laws, benefit sharing, risk-buffering, economical sustainability).
- Research on regenerating raw materials, partly in combined systems including other use aspects.
- The relationship between micro- and macro-organisms, especially with respect to symbioses is of special importance, in order to identify the role of micro-organisms in ecological key functions (especially with regard to agriculture, e.g. regenerating raw materials).

3.6 Social organisation of the resource management

How can an acceptable and sustainable management of the resource biodiversity be organised? This question directly concerns the social sciences, but it also requires a strong contribution from natural sciences. Concepts for conservation and sustainable use can only be implemented successfully, if the local people accept the goals completely. Besides the cultural background, the perception of the environment and environmental risks, the cultural and the social paradigms, also political and economic framework conditions, the access to resources, land tenure, regulations of markets, availability of knowledge and technology are only some of the many factors, which have to be analysed, if feasible concepts for sustainable land use and the conservation of biodiversity will be established.

This task can only be achieved, if social and natural sciences develop efficient forms of co-operation and integration. While in relatively natural systems the dimensions of co-operative research questions is still limited and natural and social sciences are still allowed to analyse partly independent questions, in the case of cultivated landscapes which are shaped by intensive human culture and/or history a much higher integration and the formulation of joint research goals is required.

Research is necessary on a large number of fields, some of them shall be listed here:



- Integrated research should put a focus on the analysis and creation of biodiversity – maintaining land use systems (including conservation concepts). All aspects, leading to acceptance or rejection of such concepts, should be analysed and mechanisms for a certificate of biodiversity-sustainability should be defined and tested.
- Local studies on landscape level should receive special importance.
- Community participation should be defined as a precondition for all local studies.
- Research on the social perception of terrestrial and marine biodiversity and the change of biodiversity and the involved ethical problems is required.
- Intensive comparative research on the importance of cultural paradigms should be established, in order to understand their influence of different cultural identities and positions on the use and conservation of biodiversity (interaction of cultural heritage and natural heritage).
- What is the role of influences from markets and regulations (global, regional, from industrialised countries) for the change of land use practices in third world countries?
- Research is needed on the effects of different types of ecotourism and reasonable mechanisms in order to keep the impacts for the ecosystems used by ecotourism in limits.
- An assessment of the value of biodiversity in the sense of its complete monetary value should be carried out, in comparison to the costs of biodiversity-degrading land use practices and all thereby resulting costs for losses and compensations. These private and social costs and financial effects should be calculated for different systems and scales. Similarly, estimations of the value of potential biodiversity should be carried out.
- The conservation of genetic diversity of cultivated plants and animals (agrobiodiversity) is a very complex field of interaction of economic interests of international companies, social and political interest, local actors and the need for a sustainable land use and conservation of biodiversity.
- Due to the very high importance of a fair share of economical advantages from use of biodiversity, new forms of co-operation are necessary and should be prepared by research. Regionally defined model projects could form one suitable structure, to assess and analyse biodiversity, its use potential and the resulting technical and economical steps, in order to test new co-operative forms between industrialised and third-world countries.
- Patents influence land use practices. Introduction of modern genetic methods will increase control and influence (e.g. terminator-genes). Systematic research on the impact on land use practices should be organised.
- Research on the political, economical and legal potential (and limitations) for new international or bilateral agreements; similarly research is necessary on the (sometimes contradictory) interaction between CBD, CCD and other conventions and agreements.





Subtropischer Regenwald.
Subtropic Rain Forest.

Acknowledgements

The production of this paper has been motivated by the German National Committee on Global Change Research, where special thanks go to Eckard Ehlers and Hartmut Graßl, with respect to dynamic discussions, and to Thomas Krafft and Silvia Hoch, for organising the process. During production of this paper, the author received many comments from the German DIVERSITAS community, where I would like to thank especially Eduard Linsenmair. Clas Naumann, Christoph Haeuser, Wilhelm Barthlott, Angelika Brandt, Burkhard Büdel, Ingo Kowarik, Stefan Porembski, Erko Stackebrandt, Ulrich Zeller, Manfred Ade, and Wolfgang Waegele all added numerous valuable comments to an earlier draft of the manuscript. Christopher Moss and Joachim Thiede helped to improve the English wording. Most of the photographs were kindly supplied by Karl Eduard Linsenmair.

Akronyme / Acronyms

<i>BIOLOG</i>	<i>Globale Biodiversitäts-Forschung</i>
<i>BIOTA-Africa</i>	<i>Biodiversity Monitoring Transect Analysis</i>
<i>BMBF</i>	<i>Bundesministerium für Bildung und Forschung</i>
<i>BMZ</i>	<i>Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit</i>
<i>BML</i>	<i>Bundesministerium für Landwirtschaft</i>
<i>BMU</i>	<i>Bundesumweltministerium</i>
<i>CBD</i>	<i>Convention on Biodiversity</i>
<i>CCD</i>	<i>Convention to Combat Desertification</i>
<i>CHM</i>	<i>Clearing House Mechanism</i>
<i>COP</i>	<i>Conference of the Parties (Vertragsstaatenkonferenz)</i>
<i>DFG</i>	<i>Deutsche Forschungsgemeinschaft</i>
<i>DNA</i>	<i>Deoxyribonucleic acid</i>
<i>DIVA</i>	<i>Latitudinal gradients of biodiversity in the deep sea of the Atlantic Ocean</i>
<i>DIVERSITAS</i>	<i>International Programme of Biodiversity Science</i>
<i>FAO</i>	<i>Food and Agriculture Organization (Welternährungsorganisation der UNO)</i>
<i>GBIF</i>	<i>Global Biodiversity Information Facility</i>
<i>GEF</i>	<i>Global Environmental Facility</i>
<i>GRID</i>	<i>Global Resource Information Database (a United Nations Environment Programme)</i>
<i>GROMS</i>	<i>Global Register of Migratory Species</i>
<i>GTOS</i>	<i>Global Terrestrial Observing System</i>
<i>IBOY</i>	<i>International Biodiversity Observation Year</i>
<i>ICSU</i>	<i>International Council for Science</i>
<i>IGBP</i>	<i>International Geosphere-Biosphere Programme</i>
<i>IGFA</i>	<i>International Group of Funding Agencies</i>
<i>IHDP</i>	<i>International Human Dimensions Programme</i>
<i>INBio</i>	<i>Biodiversitäts-Vertrag zwischen Merck und Costa Rica</i>
<i>MAB</i>	<i>Man and Biosphere (Programm der UNESCO)</i>
<i>NKGCF</i>	<i>Nationales Komitee für Global Change Forschung</i>
<i>SBSTTA</i>	<i>Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice</i>
<i>UNCCD</i>	<i>United Nations Convention to Combat Desertification</i>
<i>UNCED</i>	<i>United Nations Conference on Environment and Development</i>
<i>UNESCO</i>	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
<i>UNEP</i>	<i>United Nations Environment Programme</i>
<i>WBGU</i>	<i>Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen</i>
<i>WCRP</i>	<i>World Climate Research Programme</i>

Addresses and Contacts

DIVERSITAS

c/o ICSU



Executive Director:

Anne Larigauderie (anne@icsu.org)

51 Boulevard de Montmorency

F - 75016 Paris

Tel: +33 (0)1 45 25 03 29

Fax: +33 (0)1 42 88 94 31

www.icsu.org/diversitas

DIVERSITAS Deutschland

Chairman:

Norbert Jürgens (juergens@botanik.uni-hamburg.de)

Institut für Allgemeine Botanik

Universität Hamburg

Ohnhorststr. 18

D - 22609 Hamburg

Germany

Tel: +49 (0)40 - 4 28 16 - 2 60

Fax: +49 (0)40 - 4 28 16 - 2 61

www.biologie.uni-hamburg.de/diversitas

German National Committee on Global Change Research Nationales Komitee für Global Change Forschung

Scientific Secretariat

Wissenschaftliches Sekretariat (sekretariat.nkgcf@uni-bonn.de)

Walter-Flex-Straße 3

D - 53113 Bonn

Tel: +49 (0)2 28 - 73 32 87

Fax: +49 (0)2 28 - 73 41 76

www.uni-bonn.de/nkgcf

Biodiversität



**German National Committee
on Global Change Research, 2001**