

ORGANISATION

GEMEINSCHAFTS-EINRICHTUNGEN

EINFÜHRUNG

GENETIK

KALTES PLASMA

FAUSTREGELN

ASTHMA-SENSOR

BIOINDIKATOREN

LINDAN

EINFÜHRUNG

SEKTIONEN

PROJEKTBEREICHE

SOZIOLOGIE



GENETIK & ÖKOLOGIE

5

BUCHENWÄLDER

4

ANALYTIK

2

BERGBAUFOLGE

3

ÖKOTOXIKOLOGIE

3

KIESABBAU

6

GEWÄSSERSCHUTZ

7

SCHWERMETALLE

4

UFERFILTRATE

5

GEOLOGIE

4

UFZ-ÜBERBLICK

7



KATALYSATOREN

5

MIKROORGANISMEN

6

LANDNUTZUNGSÄNDERUNG

5

SUPER-BAKS

6



ARTENVIELFALT UND ARTENSCHUTZ – VON DER THEORIE ZUR PRAXIS

Klaus Henle¹, Bernd Hansjürgens², Stefan Klotz³ und
Christian Wissel⁴

Strategien für die Biodiversitätsforschung?

Wirtschaftliche Entwicklungen, ökologische Funktionen unseres Lebensraumes und die Lebensraumqualität sind voneinander abhängig. Für eine zukunftsfähige gesellschaftliche Entwicklung ist es notwendig diese Wechselwirkungen zu verstehen (Funtowicz et al. 1999). Nur dann können effektive Lösungen für auftretende Nutzungskonflikte entwickelt werden.

Die biologische Vielfalt spielt bei der Aufrechterhaltung ökologischer Funktionen und der Lebensraumqualität eine wesentliche Rolle (z.B. Lawton et al. 1999). Dabei ist man noch weit davon entfernt, ökologische Prozesse, welche die Biodiversität steuern, ausreichend zu verstehen und sie unserem Handeln zugrunde zu legen (Catizzone et al. 1998). So ist es nicht verwunderlich, dass seit über 100 Jahren ein immer schnellerer Artenverlust und Rückgang von Lebensräumen registriert wird (Groombridge 1992) – und das ist nur die Spitze eines Eisberges. Diese Auswirkungen haben zunehmend globale Dimensionen angenommen. Sie sind

Bild 1: Anzahl der bekannten und geschätzte Zahl der noch unbekannt Arten der Erde (Grafik: Agentur Wohlfahrt, nach HEYWOOD (1995) verändert)

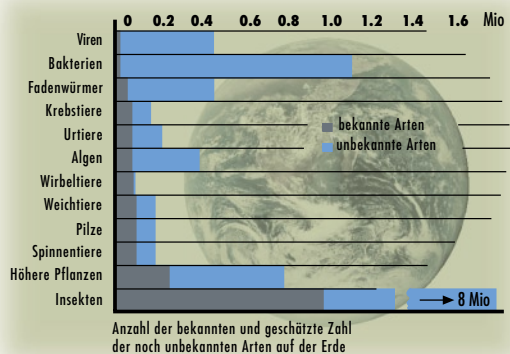


Bild 2: Beseitigung der natürlichen Vegetation für die landwirtschaftliche Nutzung trägt in semiariden Regionen der Welt zum raschen Verlust des empfindlichen Bodens und zur Verwüstung bei. Windhose in Australien. Sie können Boden und Organismen in bis über 1000 m Höhe und über mehrere tausend Kilometer transportieren. (Foto: Klaus Henle)

ein wesentlicher Teil eines radikalen globalen Wandels (global change), den wir Menschen unkontrolliert hervorgerufen haben und dem wir gleichzeitig ausgesetzt sind (WCED 1987). Inzwischen haben wir erkannt, dass dieser Biodiversitätsverlust nicht nur das Erlöschen einzelner Arten oder das Verschwinden bestimmter Lebensräume betrifft. Vielmehr findet er auf breiter Front auf allen Ebenen statt: vom Verlust der genetischen Vielfalt, dem Aussterben von Arten und ganzer Lebensgemeinschaften bis hin zur Belastung und Verarmung von Ökosystemen und Landschaften.

Die Notwendigkeit, Biodiversität zu schützen, ist in zahlreichen nationalen und internationalen Gesetzen sowie Vereinbarungen verankert (Catizzone 1999a) und teilweise

Bild 3: Lebensraum aus zweiter Hand. Traditionelle Teichwirtschaft hat in manchen Regionen Deutschlands, hier im Biosphärenreservat Scharfheide-Chorin, zur Entstehung wertvoller Lebensräume und zur Erhaltung gefährdeter Arten beigetragen. (Foto: Klaus Henle)





Bild 4: Großräumige natürliche Störungsprozesse sind in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft selten, sind jedoch für die Erhaltung von Arten, die besondere Anpassungen an diese Dynamik aufweisen, essentiell. Der Haast-Fluss in Neuseeland verfügt entlang seines gesamten Laufes noch über solche wertvollen, unbeeinflussten natürlichen Störungsprozesse. (Foto: Klaus Henle)

sogar in manchen Landesverfassungen aufgenommen worden. Auch die EU fällt in jüngster Zeit zunehmend Grundsatzurteile zum Schutz und zur Erhaltung der Biodiversität, die weitreichende Konsequenzen für die Landnutzung haben werden. Um diesen Verpflichtungen gerecht werden zu können, müssen die wissenschaftlichen Grundlagen zum Verständnis von Biodiversität erweitert, vorhandenes Wissen effektiver für Entscheidungen in Politik und Gesellschaft genutzt und Instrumente zur Umsetzung verbessert werden (Catizzone et al. 1998). Die Wissenschaftsgemeinschaft muss dabei dafür sorgen, dass unsere Kenntnisse erweitert und vorhandenes Wissen aufbereitet werden. Sie sind Basis für Entscheidungen in der Politik und Gesellschaft (BMWFK 1995). Einerseits müssen ökologische Prozesse ausreichend verstanden (Solbrig 1991, Caughley 1994) sowie bestehende Instrumentarien effektiviert werden (Henle & Kaule 1991). Andererseits geht es vor allem auch darum, neue Methoden zur Analyse, Bewertung und Steuerung der Wechselwirkungen ökologischer, sozio-ökonomischer und kultureller Prozesse zu entwickeln und einzusetzen (Henle & Kaule 1991, Catizzone 1999).

Nur auf diese Weise kann gezielt nach innovativen Lösungen gesucht werden, die einen Schutz der Biodiversität ermöglichen und gleichzeitig berechnete soziale und wirtschaftliche Interessen integrieren. So können Entwicklungsoptionen gleichermaßen für kulturelle und wirtschaftliche wie auch biologische Evolution offen gehalten werden (BMWFK 1995, Catizzone 1999). Sich erfolgreich den neuen Herausforderungen unserer hochdynamischen



Bild 5: Vegetationsveränderungen durch Schafbeweidung (links gering/rechts intensiv beweidet). Im Hintergrund eine stark isolierte, extrem kleine Bauminsel; der restliche Baumbewuchs ist der Landwirtschaft zum Opfer gefallen. Outback von Australien. (Foto: Klaus Henle)

Welt zu stellen, verlangt biologische Vielfalt sowie kulturelle und gesellschaftliche Diversität (Schleicher-Tappeser & Strati 1999). Wissenschaftliches Kapital und die Leistungsfähigkeit der wissenschaftlichen Gemeinschaft sind die notwendigen Eckpfeiler einer zukunftsfähigen Entwicklung (Sustainable development) (BMWFK 1995, Henle 1995, UNSEC 1998). Die Biodiversitätsforschung muss gestärkt werden und sich an ökologischen Prozessen orientieren, denn nur so können Lösungen für Probleme des globalen Wandels (global change) gefunden werden (Catizzone 1999).

Aufgaben der Biodiversitätsforschung

Unsere natürliche Umwelt vor irreversiblen negativen Veränderungen, die der Mensch verursacht, zu schützen ist vorrangiges Ziel der Umweltforschung und einer vorsorgenden Umweltpolitik. Aufgabe der Biodiversitätsforschung ist es hierbei, die wissenschaftlichen Grundlagen zu schaffen, damit die Prozesse und ihre Steuerungsfaktoren verstanden werden, welche die Entstehung, Erhaltung und den Verlust von Biodiversität entscheidend beeinflussen (Solbrig 1991, Caughley 1994, BMWFK 1995, Catizzone et al. 1998). Dabei geht es darum, natürliche und von Menschen verursachte Veränderungen zu unterscheiden, deren Wechselwirkungen aufzudecken sowie ihre Auswirkungen auf die Biodiversität zu untersuchen (Henle & Kaule 1991, Catizzone et al. 1998).

Wissenschaftliche Grundlagen werden in mehrfacher Hinsicht benötigt: So muss die Wissenschaft Methoden und

Verfahren entwickeln, mit denen Biodiversität systematisch erfasst, Prozesse verstanden, die von ihnen hervorgerufenen Veränderungen vorhergesagt und Prioritäten gesetzt werden können. Die Ergebnisse müssen für die weitere Forschung und die Praxis aufbereitet und in Form von Analysemethoden, Prognosemodellen, Datenbanken, Handlungsempfehlungen usw. bereitgestellt werden. Sie sollten bei der Bewertung unterschiedlicher ökologischer und sozio-ökonomischer Belange und Optionen im Rahmen von politischen und gesellschaftlichen Entscheidungen eine Hilfestellung sein. In gleicher Weise müssen Methoden und Verfahren entwickelt werden, die es ermöglichen, Erkenntnisse rasch und effizient in gesellschaftliche Normen umzusetzen. Letztendlich sollen sie sich im menschlichen Handeln und in neuen Landnutzungsformen niederschlagen, die eine Koevolution und Diversifikation der Anthroposphäre und der Biosphäre erlauben. Schließlich muss die Biodiversitätsforschung selbst vielfältig genug sein, um auf neue, unvorhergesehene Herausforderungen ausreichend vorbereitet zu sein.

Konzeptionelle Grundlagen der Biodiversitätsforschung

Wie die Biodiversität selbst ist auch die Forschung zur Biodiversität sehr vielfältig. Zahlreiche staatliche und private Forschungseinrichtungen tragen hierzu bei. Zunehmend entwickeln sich in Deutschland und anderen Ländern auch einzelne Zentren zu Schwerpunkten der nationalen und internationalen Biodiversitätsforschung (Schmoch & Hullmann 1999). Die Vielfalt der Forschungsansätze reflektiert die Vielfalt des Lebens, aber auch die Vielfalt der Lösungsversuche für spezifische Probleme des Biodiversitätsschutzes sowie die vielfältigen Herausforderungen für die Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung. Genauso wie für die biologische und kulturelle Entwicklung spielt Vielfalt auch für den Fortschritt der Biodiversitätsforschung eine zentrale Rolle (z.B. Soulé & Kohm 1989, Henle & Kaule 1991, Catizzone et al. 1998).

Sowohl die Grundlagenforschung als auch die anwendungsorientierte Forschung sind dabei unverzichtbar für die Biodiversitätsforschung (Soulé & Kohm 1989, Gilpin 1996). Bei der Entwicklung von Organismen und Lebensgemeinschaften können Zufälle eine große Rolle spielen, neue Herausforderungen können daher oft nicht vorhergesagt oder vorhergesehen werden. Einzig die Diversität der

Grundlagenforschung bildet hier eine Basis, um auf solche Herausforderungen vorbereitet zu sein (Gilpin 1996). Beispielsweise bilden die grundlegenden Arbeiten von MacArthur & Wilson (1967) die Basis für Populationsgefährdungsanalysen. Ihre große Bedeutung für die Praxis wurde aber erst etwa 20 Jahre später klar (Soulé 1987, Gilpin 1996, Settele et al. 1996, Amler et al. 1999).

Zunehmend wird auch erkannt und gefordert, dass ökologische mit sozio-ökonomischen Konzepten und Methoden verbunden werden müssen (z.B. Henle & Kaule 1991, Catizzone et al. 1998). Konzepte, bei denen eine solche Integration gelungen ist, beziehen sich bisher im wesentlichen auf bestimmte Landnutzungen, z.B. Landwirtschaft oder Verkehr. Sie müssen durch zwei weitere Ansätze ergänzt werden: Ersten sollten die Konzepte von einer Vision ausgehen, in der die künftige Kulturlandschaft als Ganzes gestaltet wird – ansatzweise wurde eine solche Vision in einem österreichischen Konzept entwickelt (BMWFK 1995). Zweitens sollten sie sich am Verständnis zentraler Prozesse orientieren, die die Entstehung, Erhaltung und den Verlust von Biodiversität sowie deren Nutzung steuern (Caughley 1994). Eine solche Konzeption existiert bisher nur für Teilgebiete der Biodiversitätsforschung (z.B. Solbrig 1991) bzw. in ersten Ansätzen (z.B. Soulé & Kohm 1989, Henle & Kaule 1991). Mit dem konzeptionellen Modell in Bild 21 wird versucht, die Elemente der Biodiversität, die natürlichen und anthropogenen Steuerungsgrößen sowie wichtige ökologische und gesellschaftliche Prozesse zu benennen, welche die Biodiversität beeinflussen und deshalb eine zentrale Rolle in Forschungskonzepten spielen müssen. Die Analyse dieser Prozesse trägt dazu bei, die Struktur und

Bild 6: Die Porphyrhügellandschaft nördlich von Halle weist zahlreiche Habitatinseln für an Trockenlebensräume angepasste Arten auf.

(Foto: Klaus Henle)

Bild 7: Die Brückenechse (Sphenodon punctatus) ist ein lebendes Fossil aus der Blütezeit der Saurier. Heute überlebt sie nur noch auf vorgelagerten Inseln von Neuseeland, die von eingeschleppten Fressfeinden freigehalten werden konnten. (Foto: Klaus Henle)

Bild 8: Seefrösche (Rana ridibunda) sind mit Veränderungen in großen Teich- und Flusslandschaften relativ gut zurechtgekommen.

Bild 9: Junge Ackerbrache – ein Refugium für Ackerwildkräuter (Foto: Stefan Klotz)

Bild 10: Schwarzerlenwald in einer naturnahen Bachaue (Foto: Stefan Klotz)

Bild 11: Artenreiche Feuchtwiese mit Wiesenknöterich (Polygonum bistorta) (Foto: Stefan Klotz)

Bild 12: Biberschnitt in einer naturnahen Bachaue (Foto: Stefan Klotz)

Bild 13: Eselsdisteln (Onopordum acanthium) auf einem urbanen Standort (Foto: Stefan Klotz)





Bild 14: Kalkbuchenwald mit Eibe (Taxus baccata)

Bild 15: Buchenwald

Bild 16: Hecke mit Waldrebe (Clematis vitalba)

Bild 17: Montane Feldhecke mit Fichte (Picea abies) und Karpaten-Birke (Betula carpatica)

Bild 18: Hecke mit Liguster (Ligustrum vulgare)

Bild 19: Die Echte Kugelblume (Globularia bisnagarica) – eine gefährdete Art der Flora Deutschlands

Bild 20: Gebirgs-Feuchtwiese mit Kuckucks-Lichtnelke (Lychnis flos-cuculi) und Wiesen-Knöterich (Polygonum bistorta) – eine gefährdete Lebensgemeinschaft (Fotos: Stefan Klotz)

Struktur eines Forschungsprogrammes Biodiversität / Structure of a biodiversity research programme

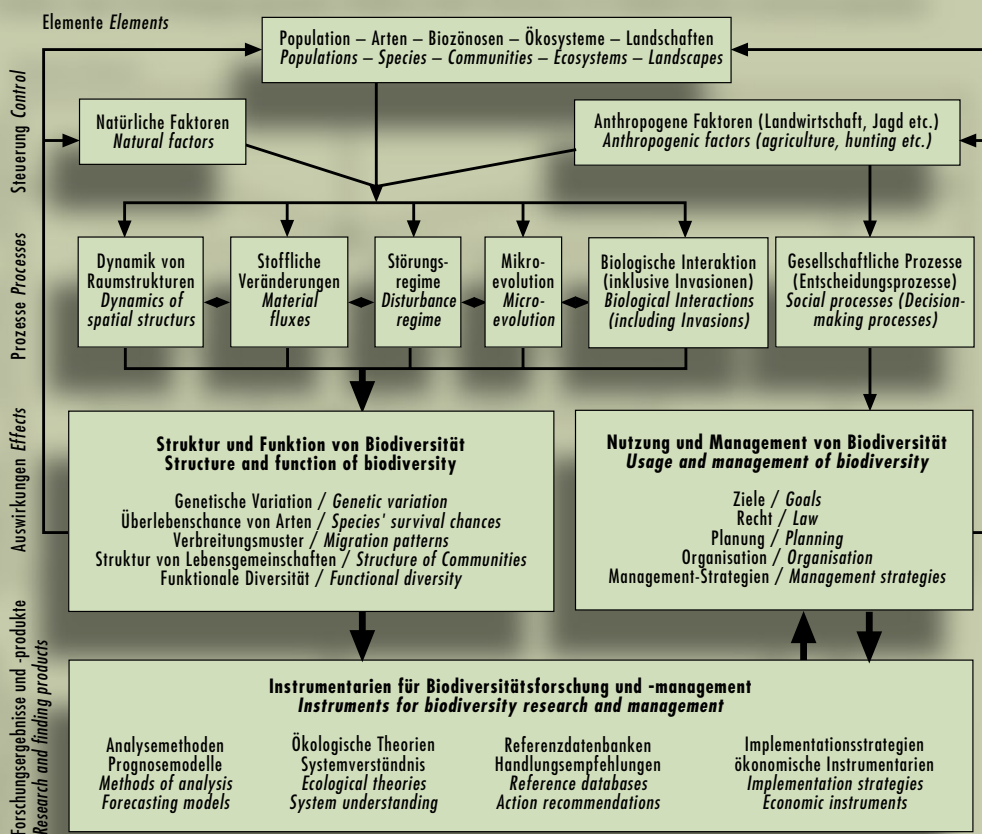


Bild 21: Struktur eines Forschungsprogrammes Biodiversität

Funktion der Biodiversität besser zu verstehen. Außerdem erlaubt sie teilweise, Auswirkungen von anthropogenen und natürlichen Faktoren vorherzusagen.

Entsprechende Modelle fordern eine Verzahnung von Naturwissenschaften und Gesellschaftswissenschaften und müssen generelle Probleme des Biodiversitätsmanagements aufgreifen. Aus der Analyse und dem Verständnis von Prozessen heraus – ökologischen wie gesellschaftswissenschaftlichen – sollen Instrumentarien entwickelt werden, deren Praxistauglichkeit exemplarisch geprüft und gegebenenfalls optimiert wird.

Biodiversität und Steuerungsprozesse der Biodiversität werden erfasst und dokumentiert. Soll die Biodiversitätsforschung weiterentwickelt werden, gilt es einerseits, die Erfassung und Dokumentation zu optimieren, andererseits Prioritäten zu setzen. Es sollen Methoden, Modelle, Theorien und Faustregeln für die Praxis sowie Orientierungswissen für Politik und Gesellschaft erarbeitet werden. Dabei darf nicht vergessen werden, den bereits vorhandenen Wissensstand für Forschung und Praxis aufzubereiten.

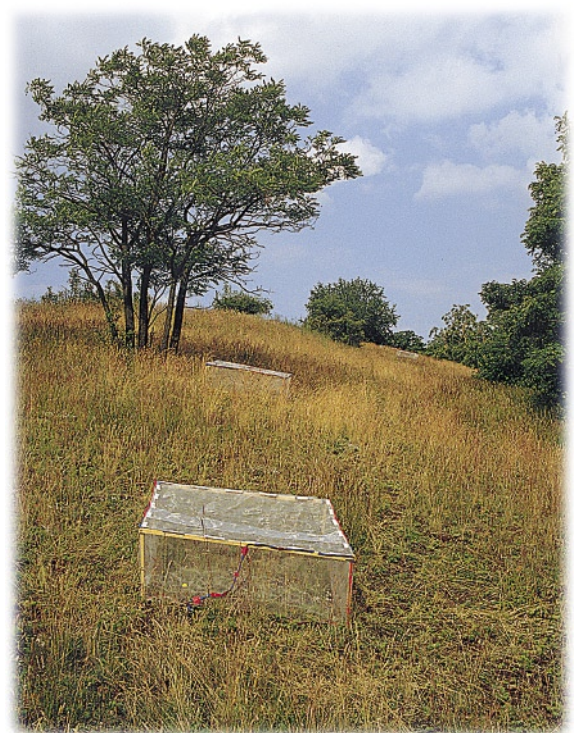
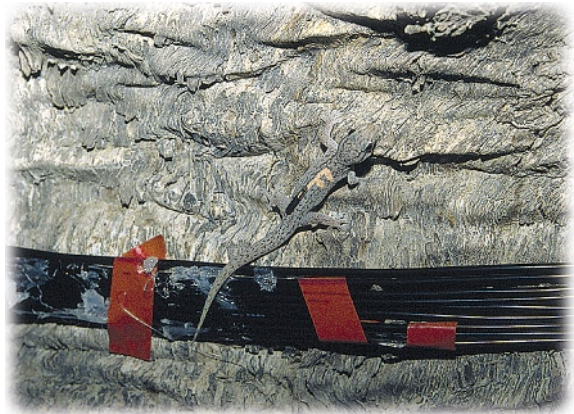


Bild 22: Schadstoffe in der Umwelt beeinflussen die Biodiversität und die Funktion unserer Ökosysteme. Angetriebenes Öl bedeckt den Strand der Vogelschutzinsel Mellum in der Nordsee und tötet die Vegetation und die Bodenorganismen ab. (Foto: Klaus Henle)

Bild 23: Wilde Mülldeponien sind eine Gefahr für Boden, Wasser und Luft, aber auch für die Artenvielfalt in der Landschaft (Foto: Stefan Klotz)

Gesellschaftswissenschaften und Naturwissenschaften – Bausteine der Biodiversitätsforschung

Die gesellschaftswissenschaftliche Analyse des Biodiversitätsproblems muss insbesondere an der Frage der Bewertung anknüpfen. Kennzeichnend für den sozio-ökonomischen Ansatz sind dabei die Funktionen der Biodiversität. Diese Funktionen müssen adäquat erfasst und bewertet werden. Diese Inwertsetzung von Natur beruht auf der Erfassung möglicher ökologischer und ökonomischer Schäden, die entweder direkt nachteilig für den Menschen sind (z.B. landwirtschaftliche Ertragsausfälle; Invasion von Schädlingen) oder die indirekte Nutzenverzichte beim Menschen bewirken, indem sie die ökologischen Funktionen des Lebensraumes beeinträchtigen. Vor diesem Hintergrund sind Methoden für eine möglichst vollständige mo-



*Bild 24: Moderne Biodiversitätsforschung erfordert innovative Methoden. Ein baumbewohnender Gecko (*Gehyra variegata*) wurde mit einem Transponder ausgestattet, mit dem jeder Baumwechsel und damit territoriale Interaktionen registriert werden können. Die Transponder verändern das Magnetfeld um die Spulen und lösen damit ein Signal aus. (Foto: Klaus Henle)*

Bild 25: Eklektoren zur quantitativen Erfassung von Insekten auf Trockenstandorten (Foto: Klaus Henle)

netäre Bewertung ökologischer Schäden zu entwickeln, die sich der Marktbewertung entziehen (Geisendorf et al. 1998). Eine weitere wichtige Aufgabe der gesellschaftlichen Analyse ist die Entwicklung von Instrumenten, die einer weiteren Reduzierung von Biodiversität entgegenwirken sollen. Überlegungen zum »richtigen« Management und zu bestimmten Maßnahmen müssen dabei sowohl auf ökonomische als auch auf soziologische und rechtliche Aspekte



Bild 26: Steillagen des Weinbaus vor und nach der Flurbereinigung. Nicht nur Lebensraum für viele Tierarten sondern eine jahrhunderte alte Kulturlandschaft geht verloren. (Zeichnung: Katharina Schmidt-Loske; aus Henle et al. 1999, mit freundlicher Genehmigung des Ulmer-Verlages)

Bild 27: Die Mauereidechse (*Podarcis muralis*) ist eine Zielart für strukturreiche Weinberge. Flurbereinigungen haben zum Verlust und zur Verinselung ihres Lebensraumes beigetragen. (Foto: Klaus Henle)



Bezug nehmen. So ist beispielsweise zu klären, welche Maßnahmen zur Erhaltung von Biodiversität kostengünstig sind, wie ihre soziale Akzeptanz zu beurteilen ist und ob die Maßnahmen in den rechtlich vorgegebenen Rahmen passen.

Die naturwissenschaftliche Analyse weist verschiedene (und bereits publizierte) Defizite auf (z.B. Soulé & Kohm 1989, Solbrig 1991, Henle & Kaule 1991). Das hier vorgestellte konzeptionelle Modell verknüpft Forschung zur Erfassung und Beschreibung der Biodiversität mit Forschung zum Verständnis ökologischer und evolutiver Prozesse. Strategische Bedeutung haben dabei – wie bereits erwähnt – vor allem die Optimierung und Prioritätensetzung bei der Erfassung und Beschreibung der Biodiversität (Margules et al. 1988, Pearson 1996) sowie die Analyse von Prozessen, die zentrale Bedeutung für Änderungen der Biodiversität haben. Aber auch die Entwicklung von Monitoring-Programmen, mit denen nicht nur der Zustand der Biodiversität überwacht, sondern auch die Ursachen (Prozesse!) für Veränderungen analysiert werden können, gehören zu den strategisch bedeutsamen naturwissenschaftlichen Aspekten der Biodiversitätsforschung (Margules & Austin 1994).

Für das Verständnis ökologischer und evolutiver Zusammenhänge sind fünf Prozesse (Bild 21) besonders bedeutsam: (1) die Dynamik von Raumstrukturen, (2) stoffliche Veränderungen, (3) Störungen, (4) Mikroevolution und (5) biologische Interaktionen (inklusive Invasionen). Erst wenn diese Prozesse verstanden werden, können breit einsetzbare Prognosemodelle und Handlungsempfehlungen

entwickelt werden, die es dennoch erlauben, systemspezifische Charakteristika zu berücksichtigen. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse können durch die parallele Entwicklung von Umsetzungsstrategien schneller in die Praxis implementiert werden. Referenzdatenbanken und Expertensysteme erweitern die Nutzung solcher Instrumentarien und machen sie effizienter.

Bild 28: Invasionen durch Fremdarten können verheerende Folgen für heimische Arten haben. Insbesondere Arten, die an das Leben auf isolierten Meeresinseln angepasst sind, wurden in der Vergangenheit stark davon betroffen. Hier ein Königsalbatros (*Diomedea epomophora*), der im wesentlichen auf subantarktischen Inseln brütet, die noch frei von eingeschleppten Ratten und Katzen sind. (Foto: Klaus Henle)





Bild 29: Russisches Salzkraut (Salsola ruthenica) – eine fremdländische Invasionsart aus Osteuropa auf einer salzreichen Aschedeponie

Bild 30: Das Drüsige Springkraut (Impatiens glandulifera) – eine Invasionsart aus dem Himalaya in den Auen Deutschlands (Fotos: Stefan Klotz)

Bild 31: Die Gemeine Kuhschelle (Pulsatilla vulgaris) – eine gefährdete Art in der Pflanzenwelt Deutschlands (Foto: Stefan Klotz)

Biodiversitätsforschung am UFZ

Fragen der Biodiversität werden am UFZ sowohl in der Grundlagen- als auch in der anwendungsorientierten Forschung und sowohl aus naturwissenschaftlicher als auch gesellschaftswissenschaftlicher Sicht bearbeitet. Beteiligt sind daran mehrere Sektionen und Projektbereiche des UFZ, besonders der Projektbereich Naturnahe Landschaften und Ländliche Räume sowie die Sektionen Biozönoseforschung, Ökosystemanalyse und Ökonomie, Soziologie und Recht. Ein großer Teil dieser Aktivitäten ist in drei Verbundprojekte integriert. Diese Verbundprojekte gehen den Fragen nach, wie sich die Landschaftsfragmentierung auf das Überleben von Arten auswirkt, welche Bedeutung Invasionen, Ausbreitungsprozesse und Sukzessionen für die Biodiversität haben und welche Rolle Störungen für die Entstehung, Aufrechterhaltung und den Verlust an Biodiversität spielen. Sie greifen wesentliche Gedanken der in diesem Beitrag vorgestellten konzeptionellen Grundlagen auf. So werden in allen drei Verbundprojekten zentrale Steuerprozesse der Biodiversität bearbeitet und Ergebnisse sowohl für die Grundlagenforschung als auch für die anwendungsorientierte Forschung und die Praxis geliefert. Die nachfolgenden Artikel geben einen Einblick in einen kleinen Ausschnitt der Biodiversitätsforschung am UFZ.

- ¹ Projektbereich Naturnahe Landschaften und Ländliche Räume
- ² Sektion Ökonomie, Soziologie und Recht
- ³ Sektion Biozönoseforschung
- ⁴ Sektion Ökosystemanalyse



Literatur

- Amler, K., A. Bahl, K. Henle, G. Kaule, P. Poschlod & J. Settele (1999): *Populationsbiologie in der Naturschutzpraxis. Isolation, Flächenbedarf und Biotopansprüche von Pflanzen und Tieren.* Ulmer/Stuttgart.
- BMWFK (1995): *Forschungskonzept 1995. Kulturlandschaftsforschung.* Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst/Wien.
- Catizzone, M. (1999): *From Ecosystem Research to Sustainable Development.* Office for Official Publications of the European Commission/Luxemburg.
- Catizzone, M., T.-B. Larsson & L. Svensson (1998): *Understanding biodiversity.* Office for Official Publications of the European Commission/Luxemburg (Ecosystem Research Report 25).
- Caughley, G. (1994): *Directions in conservation biology.* *J. Anim. Ecol.* 63: 215-244.
- Funtowicz, S., M. O'Connor & J. Ravetz (1999): Chapter VI: *Challenges in the utilisation of science for sustainability.* In: Catizzone, M. (Hrsg.), *From Ecosystem Research to Sustainable Development.* Office for Official Publications of the European Commission/Luxemburg: 75-78.
- Geisendorf et al. (1998): *Die Bedeutung des Naturvermögens und der Biodiversität für eine nachhaltige Wirtschaftsweise. Möglichkeiten und Grenzen ihrer Erfassbarkeit und Wertmessung.* *Berichte des Umweltbundesamtes* 6/1998, Berlin.
- Gilpin, M. (1996): *Forty-eight parrots and the origins of population viability analysis.* *Conserv. Biol.* 10(6): 1491-1493.
- Groombridge, B. (1992): *Global Biodiversity.* Chapman & Hall/London.
- Henle, K. (1995): *Biodiversity, people and a set of important connected questions.* In: Saunders, D.A. & E.M. Mattiske (Hrsg.), *Nature Conservation 4: The Role of Networks.* Surrey Beatty & Sons/Chipping Norton: 162-174.
- Henle, K., C. Bender, K. Schmidt-Loske & U. Asmussen (1999): *PVAs in der Eingriffsplanung am Beispiel der Flurbereinigung von Weinbergen.* In Amler, K., A. Bahl, K. Henle, G. Kaule, P. Poschlod & J. Settele (Hrsg.): *Populationsbiologie in der Naturschutzpraxis. Isolation, Flächenbedarf und Biotopansprüche von Pflanzen und Tieren.* Ulmer, Stuttgart: 241-248.
- Henle, K. & G. Kaule (1991): *Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland.* Forschungszentrum/Jülich.
- Heywood, V.H. (1995): *Global Biodiversity Assessment.* Cambridge University Press/Cambridge.
- Lawton, J.H., J.M. Moreno & M.A. Sutton (1999): Chapter II: *The TERI approach: evolution and limits.* In: Catizzone, M. (Hrsg.), *From Ecosystem Research to Sustainable Development.* Office for Official Publications of the European Commission/Luxemburg: 19-36.
- MacArthur, R.H. & E.O. Wilson (1967): *The Theory of Island Biogeography.* Univ. Press/Princeton.
- Margules, C.R. & M.P. Austin (1994): *Biological models for monitoring species decline: The construction and use of data bases.* *Phil. Trans. R. Soc. London* 344: 69-75.
- Margules, C.R., A.O. Nicholls & R.L. Pressey (1988): *Selecting networks of reserves to maximise biological diversity.* *Biol. Conserv.* 43: 63-76.
- Pearson, D.L. (1996): *Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity.* In: Hawksworth, D.L. (Hrsg.), *Biodiversity: Measurement and Estimation.* Chapman & Hall/London.
- Schleicher-Tappeser, R. & F. Strati (1999): Chapter IV: *Sustainability – a new paradigm for research?* In: Catizzone, M. (Hrsg.), *From Ecosystem Research to Sustainable Development.* Office for Official Publications of the European Commission/Luxemburg: 45-58.
- Schmoch, U. & A. Hullmann (1999): *Wissenschafts-Index Ökologie.* *Bild der Wissenschaft* 8/1999: 42-43.
- Settele, J., C. Margules, P. Poschlod, & K. Henle (1996): *Species Survival in Fragmented Landscapes.* Kluwer /Dordrecht.
- Solbrig, O.T. (1991): *From Genes to Ecosystems: A Research Agenda for Biodiversity.* International Union Biological Sciences/France.
- Soulé, M.E. & K.A. Kohm (1989): *Research Priorities for Conservation Biology.* Island Press/Washington, D.C.
- Soulé, M.E. (1987): *Viable Populations for Conservation.* Cambridge Univ. Press/Cambridge.
- UNSEC (1998): *Report of the Secretary-General Prepared by the UN Social and Economic Council on Capacity Building, Education and Public Awareness, Science and Transfer of Environmentally Sound Technology (Chapters 34, 35, 36 and 31 of Agenda 21), for the 6th Session of the Commission on Sustainable Development.* United Nations/New York.
- WCED (World Commission on Environment and Development) (1987): *Our Common Future.* Oxford University Press/Oxford.

English Abstract

Species diversity and protection – from theory to practice

Klaus Henle¹, Bernd Hansjürgens², Stefan Klotz³ und
Christian Wissel⁴

Strategies for biodiversity research?

Close interdependencies exist between economic development, the ecological functions of ecosystems, and habitat quality. This interaction must be thoroughly understood if sustainable social development is to be achieved – for only then can effective solutions be developed for land use conflicts (Funtowicz et al. 1999).

Biological diversity plays a fundamental part in maintaining ecological functions and habitat quality (e.g. Lawton et al. 1999). However, we are still a long way off from adequately understanding the ecological processes, which control biodiversity, so that we can then act accordingly (Catizzone et al. 1998). It is thus no surprise to learn that species loss and habitat decline have been accelerating for over a century (Groombridge 1992) – and this is just the tip of the iceberg. These effects have acquired increasingly global dimensions. They are a major aspect of the uncontrolled radical global change we humans have caused – and to which we are also exposed (WCED 1987). We have now realised that this loss of biodiversity is not limited to ‘merely’ the extinction of individual species and the disappearance of certain habitats, but is taking place on a broad front at all levels: from the loss of genetic diversity, the extinction of species and entire communities up to the pollution and impoverishment of ecosystems and landscapes.

The fact that biodiversity must be protected has been embodied in numerous national and international laws and agreements (Catizzone 1999a), and has even been enshrined in the constitutions of certain countries. The European Union, too, has over the past few years passed more and more resolutions calling for the protection and maintenance of biodiversity that will have far-reaching consequences for land use. In order to meet these obligations, our scientific understanding of biodiversity must be broadened, existing knowledge must be used more effectively for decision-making in politics and society, and instruments for its implementation must be improved (Catizzone et al. 1998). The scientific community must ensure that our current level of knowled-

ge is raised and communicated, thus creating a sound decision-making basis (BMWFK 1995). On the one hand, ecological processes must be sufficiently understood (Solbrig 1991, Caughley 1994) and existing instruments must be made more efficient (Henle & Kaule 1991). On the other hand, one of the primary aims must be to develop and use new methods to analyse, evaluate, and control the interactions taking place between ecological, socio-economic, and cultural processes (Henle & Kaule 1991, Catizzone 1999).

Only in this way can a focused approach be taken to seeking innovative solutions, which enable the protection of biodiversity and simultaneously integrate social and economic interests. This in turn permits development options to be kept open for not only cultural and economic development, but also for biological evolution (BMWFK 1995, Catizzone 1999). Successfully tackling the new challenges of our highly dynamic world calls for biological diversity as well as cultural and social diversity (Schleicher-Tappeser & Strati 1999). Scientific capital and a strong scientific community are the essential cornerstones of sustainable development (BMWFK 1995, Henle 1995, UNSEC 1998). Biodiversity research must be reinforced and geared to ecological processes – for only thus can solutions be found to problems of global change (Catizzone 1999).

Tasks of biodiversity research

Protecting our natural environment from irreversible negative changes caused by mankind is the principal goal of environmental research and precautionary environmental policy. Within this process, the task of biodiversity research is to establish the necessary scientific foundations such that the processes and their controlling factors decisively affecting the emergence, maintenance, and loss of biodiversity can be understood (Solbrig 1991, Caughley 1994, BMWFK 1995, Catizzone et al. 1998). It is important that we distinguish between natural changes and those caused by mankind, and that we investigate their interactions as well as their impact on biodiversity (Henle & Kaule 1991, Catizzone et al. 1998).

Scientific bases are required in a number of respects. For example, science must develop methods and techniques with which biodiversity can be systematically surveyed, processes understood, the changes they cause predicted, and priorities set. These findings must be made available for



further research and practical activities, as well as in the form of assessment methods, forecasting models, databases, and recommendations for action, etc. They should provide assistance concerning the appraisal of various ecological and socio-economic concerns and options within the framework of political and social decision-making. Equally, methods and techniques must be developed which enable the findings to be quickly and efficiently implemented within social norms. They should eventually be reflected in human activity and new forms of land use enabling co-evolution and the diversification of the anthroposphere and the biosphere. Ultimately, biodiversity research itself must be sufficiently diverse in order to be adequately prepared for new, unforeseen challenges.

Conceptual bases of biodiversity research

Like biodiversity itself, research into biodiversity is also highly diverse. It involves numerous state and private research institutes. Individual centres in Germany and other countries are increasingly developing into focal points of national and international biodiversity research (Schmoch & Hullmann 1999). The diversity of research approaches reflects the diversity of life, as well as the diversity of attempts to tackle specific problems regarding the protection of biodiversity and the various challenges presented by basic and applied research. Diversity is of key importance for not only biological and cultural development, but also for progress in biodiversity research (e.g. Soulé & Kohm 1989, Henle & Kaule 1991, Catizzone et al. 1998).

Both basic research and applied research are indispensable for biodiversity research (Soulé & Kohm 1989, Gilpin 1996). As chance can play an important role in the development of organisms and biocoenoses, new challenges often cannot be forecast or foreseen. In order to be ready for such challenges, diversity is essential in basic research (Gilpin 1996). For example, although the fundamental work performed by MacArthur & Wilson (1967) forms the basis for population viability analysis, its great importance for practical efforts only became apparent 20 years later (Soulé 1987, Gilpin 1996, Settele et al. 1996, Amler et al. 1999).

It is now becoming increasingly clear that ecological and socio-economic concepts and methods must be integrated

(e.g. Henle & Kaule 1991, Catizzone et al. 1998). Concepts in which such integration is successful have so far mainly concerned certain types of land use, e.g. agriculture and transport. These concepts must be augmented by two other approaches. Firstly, they should start with a vision in which the future cultivated landscape is designed as a whole; just such a vision was developed to a certain extent in an Austrian concept (BMWFK 1995). Secondly, they should be geared towards understanding the fundamental processes, which control the development, maintenance, and loss of biodiversity as well as its usage (Caughley 1994). This approach has previously only been employed in certain areas of biodiversity research (e.g. Solbrig 1991) or to a limited extent (e.g. Soulé & Kohm 1989, Henle & Kaule 1991). The conceptual model in Figure 21 is an attempt to specify the elements of biodiversity, the natural and anthropogenic control parameters, and the important ecological and social processes which influence biodiversity and therefore must play a key part in research concepts. Analysing these processes helps the structure and function of biodiversity to be better understood. Furthermore, it allows the effects of anthropogenic and natural factors to be predicted.

Corresponding models promote the interlinking of the natural sciences and the social sciences, and must be used to tackle general problems of biodiversity management. Starting from the analysis and understanding of the processes involved (both ecological and sociological), instruments need to be developed whose practical suitability must be tested on examples and optimised if necessary.

Biodiversity and processes controlling biodiversity are recorded and documented. If biodiversity research is to be further advanced, this recording and documentation must be improved; moreover, priorities must be set. Methods, models, theories, and rules of thumb for practice as well as guidelines for politics and society must be developed – without neglecting to make the existing level of knowledge available to both research and practice.

Social sciences and natural sciences – modules of biodiversity research

Socioeconomic analysis of the problem of biodiversity must in particular be linked to the question of evaluation. The functions of biodiversity are characteristic issues of this socio-

economic approach. These functions must be adequately surveyed and evaluated. This appraisal of nature is based on the survey of possible ecological and economic damage which is either directly harmful to humans (e.g. lower agricultural yields, pest invasions), or at least affects the ecological functions of a habitat, thereby preventing mankind from benefiting from it. Against this background, methods are to be developed on the basis of market evaluation, which allow ecological damage to be assessed as exhaustively as possible (Geisendorf et al. 1998). Another important task of socioeconomic analysis is to develop instruments, which can counteract the further loss of biodiversity. Ideas concerning 'correct' management and certain measures must take into account not only economic but also sociological and legal aspects. This includes ascertaining how biodiversity can be maintained inexpensively, how their social acceptance can be appraised, and whether measures comply with the legal framework.

Scientific analysis contains various (already publicised) deficits (e.g. Soulé & Kohm 1989, Solbrig 1991, Henle & Kaule 1991). The conceptual model presented here links up research for the survey and description of biodiversity with research into understanding ecological and evolutionary processes. As mentioned above, strategic importance is primarily attributed to optimisation and setting priorities in the surveying and description of biodiversity (Margules et al. 1988, Pearson 1996) and in the analysis of central processes of biodiversity change. However, strategically important scientific aspects of biodiversity research also include the development of monitoring programmes which do not merely keep tabs on the state of biodiversity but also enable the causes (processes!) for changes to be analysed (Margules & Austin 1994).

In order to fully understand ecology and evolution, five processes (Fig. 21) are especially important: (1) the dynamics of spatial structures, (2) nutritional changes and pollution, (3) disturbances, (4) microevolution, and (5) biological interactions (including invasions). Only when these processes are understood can broadly applicable, forecasting models and action recommendations be developed, which enable system-specific characteristics to be taken into consideration. If implementation strategies are developed in parallel, new scientific findings can be translated into practice faster. Reference databases and expert systems broaden the usage of such instruments and make them more efficient.

Biodiversity research at the UFZ

Questions of biodiversity are tackled at the UFZ in both basic and applied research, and are dealt with from a natural science and a socioeconomic viewpoint. This work involves a number of departments (including interdisciplinary departments) at the UFZ, especially the Department of Community Ecology, the Department of Ecological Modelling, the Department of Economics, Sociology and Law, and the Interdisciplinary Department of Conservation Biology and Natural Resources. The bulk of activities are integrated within three interdisciplinary projects, which pursue questions such as how landscape fragmentation affects the survival of species, the importance of invasions, migratory processes, and succession for biodiversity, and the role played by disturbances in the occurrence, maintenance, and loss of biodiversity. They tackle important ideas of the conceptual bases presented here. Hence all three integrated projects tackle central control processes of biodiversity and deliver findings for not only basic research but also applied research and practice. The following articles provide an insight into a small section of the biodiversity research conducted at the UFZ.