

Globale Umweltgefährdung und dramatischer Rückgang der Artenvielfalt rütteln die Menschheit auf – aus den Anfängen des Naturschutzes entsteht ein weltweites Aktionsprogramm zur Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung der Biosphäre

eine Einführung in das 5. Franz-Ruttner-Symposium

Otto SIEBECK

1. Ist der Mensch eine Naturkatastrophe?

Über viele Tausende von Jahren war der Mensch ein physiologisch unbedeutender Konsument und die Schäden, die er als solcher in seiner Umwelt angerichtet hat, waren vernachlässigbar gering, zumal sie sich ohne sein Zutun wieder reparierten. Mit der „Bevölkerungsexplosion“ (10.000 vor Christo: 10 Millionen, 5.000 v. Christo: 5.000 Millionen, um die Zeitenwende: 250 Millionen, 1650: 500 Millionen, 1850: eine Milliarde, 1930: zwei Milliarden, 1980: 4 Milliarden, 2000: über sechs Milliarden; PATZIG 1995) und der kulturellen Evolution haben sich die Zerstörungen jedoch vervielfacht.

Im Verlaufe der letzten Jahrzehnte ist der Mensch bereits zu einem globalen Manipulator geworden, der die externen Energie- und Materieflüsse für seine Zivilisation und für die Expansion seiner Dominanz gegenüber allen anderen Lebewesen ausnutzt (STUMM 1978, NISBET 1991). In den Entwicklungsländern entstehen die Schäden fast nur, um das Überleben der ohne effektive Geburtenkontrolle rasch anwachsenden Bevölkerung zu sichern. In den reichen Industrieländern geht es längst nicht mehr um das nackte Überleben, sondern vor allem um einen hohen Lebensstandard zu erreichen und zu bewahren, in welchem das Konsumverhalten und die Genußsucht eine erhebliche Rolle spielen.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis der kulturellen Evolution war die wachsende Befreiung des Menschen von den Zwängen der Natur, mit anderen Worten, seine zunehmende Unabhängigkeit, die ihm einen immer größeren Freiraum für sein Handeln geschaffen hat (MARKL 1986).

Es besteht kein Zweifel, dass die sich daraus ergebenden Fortschritte in der Medizin, Technik, Pflanzen-, Tierzucht, Gentechnologie u. a. die Lebensverhältnisse jedes Einzelnen in vielerlei Hinsicht gewaltig verbessert haben und dass sich aus jedem einzelnen Fortschritt weitere mögliche Fortschritte abzeichnen. Ebenso sicher ist, dass der menschliche

Geist stets alles daran setzen wird, jeden als realisierbar eingeschätzten Fortschritt früher oder später auch zu verwirklichen. Und wie er sich einst den Einsatz des Feuers zunutze gemacht und die Risiken in Kauf genommen hat, wird er auch alle Vorteile nutzen, die sich gegenwärtig aus den Naturwissenschaften und der Medizin ergeben, z. B. aus der Erforschung der Eigenschaften von Stammzellen, aus der Gentechnik und der Gentherapie.

Das Ausbeuten der Güter dieser Erde im Kleinen wie im Großen und das Verdrängen fast aller Mitgeschöpfe des Menschen zeigen aber, dass er sich trotz der besonderen Fähigkeiten, die ihn von allen anderen Lebewesen unterscheidet, in einer grundlegenden Eigenschaft nicht von diesen entfernt hat. So schreibt MOHR (1995): Der Mensch „verhält sich wie andere Arten: Seit der moderne *Homo sapiens* auf diesem Planeten existiert, greift er brutal in die Ordnung der Natur ein, vernichtet andere Arten, zerstört die Vielfalt und Schönheit der Schöpfung – um für sich Platz zu schaffen. Dies gehört zum rauhen Alltagsgeschehen der biologischen Evolution und ist deshalb natürlich. Aber zweifellos ging es der Schöpfung ohne den Menschen viel besser: In diesem Sinne ist der Mensch eine Naturkatastrophe“.

2. Wachsende Unabhängigkeit von der Natur wird dennoch niemals zur Naturbeherrschung führen

Die Fortschritte in der kulturellen Evolution des Menschen haben ihn überheblich gemacht. Die Natur zu beherrschen, sie durch Kultur weiter zu entwickeln und zu vollenden, erscheinen ihm als der natürliche Auftrag. Naturkatastrophen berühren nur diejenigen nachhaltig, die unmittelbar davon betroffen waren. Diese Einstellung erfährt in unserer Zeit allmählich eine durchgreifende Änderung. Wir sehen, dass die Güter der Natur nicht unbegrenzt sind, dass die Natur nicht jeden Eingriff erträgt und dass wir in völliger Verkennung der Lage schon längst damit begonnen haben, unsere sich kostenlos erhalten-

de lebensfreundliche Umwelt zu schädigen und damit die nachfolgenden Generationen in Gefahr zu bringen.

Ähnlich wie wir es von Medikamenten hinsichtlich ihrer erwünschten, aber auch ihrer möglichen Nebenwirkungen wissen, hat jeder Fortschritt, der mit einem Eingriff in die Umwelt des Menschen verbunden ist, negative Nebenwirkungen. Sie sind nicht immer sofort, sondern oft erst mehr oder weniger spät nach erfolgtem Eingriff erkennbar (Langzeitschäden). Im ersten Fall sind Ursache und Wirkung meist leicht nachzuweisen, ganz besonders, wenn eine mono-kausale Schädigung vorliegt (Beispiel: November 1986 Sandoz-Unfall: Rheinvergiftung!). In Frage kommende Gegenmaßnahmen bieten sich dann sofort an. Bei Langzeitschäden kommen meist mehrere Schädigungen zusammen (Beispiel: „Waldsterben“ Ende der 70er Jahre; KOCH 1993), die oft erst nach jahrzehntelanger Forschung erkannt werden.

Die Summe der negativen Nebenwirkungen, die durch die kulturelle Evolution des Menschen auf seine belebte und unbelebte Umwelt entstanden ist, setzt sich meist aus unzähligen Kurz- und Langzeitschäden zusammen. Durch Wechselwirkungen untereinander können diese prinzipiell verstärkend oder abschwächend wirken und frühzeitig oder verzögert erkennbar werden. Ihre Analyse und die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen werden daher häufig erschwert und so ist es nicht ohne weiteres möglich, unter den in Frage kommenden Gegenmaßnahmen Prioritäten zu setzen. Hinzu kommt, dass Gegenmaßnahmen nicht unbedingt schnell wirksam sind. Diese Ausgangslage behindert rasches Handeln.

3. Zunahme der Umweltschäden mit dem wirtschaftlichen Fortschritt

Es ist kein Wunder, dass mit den wirtschaftlichen Fortschritten im vergangenen Jahrhundert, insbesondere in seiner 2. Hälfte, auch die Zahl der Umweltschäden rasant zugenommen hat (NISBET 1994). Luft- und Gewässerverschmutzungen, die zunächst nur zu lokalen Beeinträchtigungen der Gesundheit oder anderen Schädigungen geführt haben, sind durch erfolgreiche Gegenmaßnahmen inzwischen eher in den Hintergrund geraten, während Einflüsse auf das globale Klima – wie die Verstärkung des Treibhauseffektes infolge Zunahme der atmosphärischen Kohlendioxidkonzentration, insbesondere durch die ungehemmte Verbrennung fossiler Brennstoffe und durch Waldrodungen – im Brennpunkt der öffentlichen Diskussion stehen (Spektrum der Wissenschaft 1990). Zu den „heißen“ Themen gehört auch die Zunahme der Fluorkohlenwasserstoffe in der Stratosphäre, die den Ozon-Schutzschild der Erde vor den gefährlichen UV-B-Strahlen der Sonne zerstören (FABIAN 1992). Wasserverschmutzungen schränken die Verfügbarkeit von gesundem Trinkwasser ein, z.B. durch Schwermetalle, Pestizide

(DFG 1992) und Medikamente, und durch Bodendegradation und Ausschwemmungen wächst der Verlust an fruchtbaren Böden weltweit immer schneller (RIPL 1995). Infolge der Expansion der Wohn- und Gewerbegebiete schwinden Natur- und Kulturlandschaft, der Rest erfährt durch den Ausbau der Infrastruktur eine schleichende ökologische Entwertung.

Diese Entwicklung geht zu Lasten fast aller Mitgeschöpfe des Menschen! Verschont bleiben diejenigen, die als Nutzpflanzen und Nutztiere ausgewählt worden sind. Von den ca. 500.000 Pflanzenarten der Erde hat der Mensch im Laufe seiner Geschichte weniger als 0,1 % für seine Zwecke gefördert. Etwa 150 Arten wurden oder werden noch kommerziell angebaut und dies unerbittlich zu Lasten aller übrigen. Weniger als 20 Arten liefern fast die gesamte Nahrung für Mensch und Nutztier. An der Hauptbiomasse sind sogar nur 3-4 Arten beteiligt: Weizen, Reis, Mais und Kartoffel. Und fast das gesamte Fleischangebot stammt von weniger als 10 Arten (MARKL 1986).

Das „Jahrhundert der Ökonomie“ (VON WEIZSÄCKER 1989) welches bis in unsere Zeit reicht, ist auch das Jahrhundert der zunehmenden Gefährdung unserer Umwelt mit fast allen unseren Mitbewohnern: den Pflanzen und Tieren. Von den Fortschritten profitiert in den reichen Industrieländern fast jeder Mensch, zumal wirtschaftliche Prosperität auch die Möglichkeiten geschaffen hat, unmittelbar erkennbare oder durch wissenschaftliche Untersuchungen nachweisbare Schäden in der Umwelt zu reparieren. Von den nachteiligen, nicht mehr kurzfristig zu reparierenden globalen Folgen erfährt er aber nur aus der Zeitung. Sie sind für ihn (noch) nicht ohne weiteres erkennbar. Er sieht sie nicht und er fühlt sie nicht.

Diese Situation ist für den *Homo sapiens* eine völlig neue. Sie kann nicht durch seine physische Anpassungsfähigkeit gemeistert werden, sondern nur über seinen Intellekt: durch Vorausschau und Vorsorge, aber auch durch die Bereitschaft, auf Gewohntes zu verzichten, wenn über zu erwartende Schäden kein Zweifel besteht. Obgleich es in jeder Gesellschaft eine gebildete Minderheit gibt, die sich durch Lesen, Hören und Sehen auf dem Laufenden hält und bereit ist, sich auf Einschränkungen einzustellen, bedeutet dies noch lange nicht, dass sich die Mehrheit ebenso verhält. Abgesehen davon ist auch ein beträchtlicher Anteil der gebildeten Minderheit zu keinen Einschränkungen bereit, wenn der bisherige wirtschaftliche Profit nicht bewahrt werden kann. Abgesehen davon, gibt es hinsichtlich des Ausmaßes zu erwartender Schäden nicht gerade selten unter den Experten voneinander abweichende Prognosen (RÖCK 1998), darunter auch solche, die sich schlicht als falsch erwiesen haben. Dies alles trägt nicht gerade dazu bei, notwendiges Handeln zu beschleunigen.

4. Anfänge einer Umkehr im Denken und Handeln

An einer düsteren Prognose käme man kaum vorbei, wenn es nicht auch ermutigende Entwicklungen gäbe. Begonnen haben diese mit dem erfolgreich durchgesetzten Anliegen einer Minderheit, die Natur zu schützen. Den Anfang machte das gebildete Bürgertum des 19. Jahrhunderts. Mit der Gründung des ersten Nationalparks, des Yellowstone-Nationalparks, im Jahre 1872, der als „öffentlicher Park zum Nutzen und zur Erbauung des Volkes“ (KNAPP 2000) geschaffen worden ist, wurde eine weltweite Bewegung zur Gründung von Nationalparks eingeleitet. Die Schönheit der Landschaft mit ihrer Vegetation und die dort lebenden Tiere, vor allem die größeren Wirbeltiere: Säuger, Vögel und Reptilien, waren der Hauptbeweggrund. Viele Pflanzen, wie die Orchideen und Tiere, wie der Braunbär und der Biber, waren und sind immer noch populär. Sie bestärkten das Bestreben, sie besonders zu schützen.

Naturschutz entwickelte sich somit nicht auf der Grundlage ökologischer oder ökonomischer Überlegungen, sondern aus ideeller Motivation heraus, einer Eigenschaft, zu welcher nur der *Homo sapiens* fähig ist. Nur er ist in der Lage, sich Gedanken zu machen über seine Mitgeschöpfe und ihre Entwicklung. Nur er ist in der Lage, diese Themen interessant zu finden, Geheimnisse verstehen zu wollen, bei Pflanzen und Tieren Schönes zu entdecken, die Landschaft, in der er aufgewachsen ist, als Heimat zu erleben, um damit auch für die Schönheit anderer Landschaften empfänglich zu werden und sich von der unerschöpflichen Vielfalt der Lebensformen im Kleinen wie im Großen faszinieren zu lassen. (Auf der anderen Seite duldet er jedoch durch Wegschauen Massentierhaltungen, die in ihrer Tierquälerei weit über das hinausgehen, was aus ethischen und/oder religiösen Gründen vertretbar ist.)

Naturschutz schließt gegenwärtig den Arten- und Landschaftsschutz ein, weil Artenschutz, nach den Fortschritten der Ökologie in den letzten Jahrzehnten untrennbar mit Biotopschutz verknüpft ist. Die Anliegen des Naturschutzes wurden im Laufe der Zeit immer mehr von den Bestrebungen des Umweltschutzes unterstützt, obgleich Letzterer vor allem die Beeinträchtigungen des Menschen im Visier hat. Da sein Schutz auf Dauer aber nicht vom Schutz von Pflanzen und Tieren getrennt werden kann, sind schon von Anfang an Überschneidungen im Sinne gleicher oder ähnlicher Zielrichtungen wie beim Naturschutz vorhanden.

Aus Tabelle 1 ergibt sich, wie sich die unterschiedlichen Bestrebungen zum Schutz der Natur und des Menschen im Laufe der Jahre zu einem ganzheitlichen Programm entwickelt haben. So wurde der Artenschutz durch den Biotopschutz erweitert. Mit der Gründung des UNESCO-Programms „*Man and Biosphere*“ (MAB) im Jahre 1970 wurde der Mensch mit

seinen Aktivitäten und deren Folgen für die Umwelt mehr als jemals zuvor in die Forschung einbezogen und mit der Herausgabe des ersten *Red Data Book* durch die Welt-Naturschutzunion (IUCN) wurde der Grundstein für ein weltweites, wissenschaftlich fundiertes Überwachungsprogramm gelegt.

KNAPP (2000) bezeichnet diese jüngere Entwicklungsphase des Naturschutzes als die „Konsolidierungsphase“ des Naturschutzes (1970-1990). In diese Zeit fällt auch die Entwicklung des Umweltschutzes. Im Vordergrund steht in diesem Bereich die Festlegung von Grenzwerten zur Vermeidung gesundheitlicher Schäden bzw. der Belastbarkeit der Umwelt. Mit der Verabschiedung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) im Jahre 1985 wird erstmals (!) der Vorsorge jener Rang eingeräumt, der zur Vermeidung von Schäden unerlässlich ist. Zuvor dominierte eher die Bereitschaft, Schäden in Kauf zu nehmen, um sie dann, wenn nötig, zu reparieren, wobei die Eliminierung der Symptome oft eine größere Rolle gespielt hat als die Verhinderung der Ursachen.

5. Es wächst zusammen, was zusammen gehört – die Synthese durch die Konferenz von Rio de Janeiro

Etwa ab 1990 wird die „Konsolidierungsphase“ von der bis in die Gegenwart reichenden „Emanzipationsphase“ des Naturschutzes abgelöst. In dieser tritt die globale Verantwortung des Menschen zum Schutz der Biosphäre in den Vordergrund. Sie nimmt ihren Anfang mit der „Mission for the 1990s“ des WWF. Es folgen die Einberufung der ersten Europäischen Umweltministerkonferenz auf Initiative des Europarates, das LIFE-Programm der Europäischen Union und die Veröffentlichung der „Strategie für ein Leben im Einklang mit Natur und Umwelt – Unsere Verantwortung für die Erde“ durch IUCN, UNEP und WWF.

Der vorläufige Höhepunkt dieser Entwicklung wird in der 2. Internationalen Umweltkonferenz der Vereinten Nationen (*United Nations Conference on Environment and Development UNCED*) in Rio de Janeiro im Jahre 1992 erreicht, zu welcher der Brundlandt-Report (1987) den Anstoß gegeben hatte (HABER 1995). Bei dieser bisher größten Gipfelkonferenz waren 179 Länder vertreten. Neben zwei internationalen Abkommen und zwei Grundsatzserklärungen (1. Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen: Reduktion von Treibhausgasen, 2. Konvention zur Erhaltung der Artenvielfalt, 3. Erklärung von Rio über Umwelt und Entwicklung, 4. Walddeklaration: Richtlinien für die Bewirtschaftung, Erhaltung und nachhaltige Entwicklung aller Arten von Wäldern, die für eine wirtschaftliche Entwicklung und die Erhaltung aller Lebensformen von wesentlicher Bedeutung sind) wurde unter dem Namen Agenda 21 ein umfassender Maßnahmenkatalog vorgelegt.

Tabelle 1

Zur Geschichte des Naturschutzes (in Anlehnung an KNAPP 2000, erweitert und durch einige Meilensteine aus Bayern ergänzt)

1. Anlaufphase: Ende des 19. Jahrhunderts bis Ende des 2. Weltkrieges 1945

1872	Gründung des Yellowstone-Nationalparks
1895	1. Internationale Konferenz für Vogelschutz in Paris
1909	Erste Nationalparks in Schweden, bis 1939 weltweit insgesamt 300 Nationalparks
1913	1. Internationaler Ornithologenkongress in Bern
1922	Gründung des Internationalen Rates für Vogelschutz (ICBP) in Paris
1923	1. Internationaler Kongress für Naturschutz in Paris
1928	Gründung des Internationalen Büros für Naturschutz in Brüssel
1933	Verabschiedung der „ Londoner Konvention zum Schutz der Flora und Fauna in ihrem natürlichen Zustand “
1935	Reichsnaturschutzgesetz: Ideeller Naturschutz, Förderung des Heimatgefühls
1942	Verabschiedung der „Panamerikanischen Konvention zum Schutz der Natur und Erhaltung der wild lebenden Tierwelt in der westlichen Hemisphäre“ Washington

2. Institutionalierungsphase: Ende des 2. Weltkrieges (1945) bis 1970

1946	Internationales Übereinkommen zur Regulierung des Walfangs
1947	Gründung des Internationalen Büros für Wasservogelforschung (IWRB)
1948	Gründung der Welt-Naturschutzunion (IUPN ab 1956 IUCN) in Fontainebleau/Frankreich
1949	Internationale Fachkonferenz zum Schutz der Natur von UNESCO und IUPN
1950	Gründung der Artenschutzkommission in Brüssel auf der IUPN Generalversammlung. Gründung des „ Deutscher Naturschutzring (DNR) “
1960	Generalversammlung der IUCN beginnt Arbeit an Listen gefährdeter Pflanzen- und Tierarten (<i>Red Data Books</i>)
1961	Gründung des World Wide Fund for Nature (WWF) in der Schweiz. Auf der Insel Mainau wird die <i>Grüne Charta von der Mainau</i> beschlossen.
1964	Europarat schafft „Eurodiplom“ als Prädikat zur Auszeichnung von Schutzgebieten
1966	1. Herausgabe der Red Data Books (Säugetiere und Vögel)
1967	Internationales Symposium der IUCN über Landschaftsschutzgebiete
1968	UNESCO-Konferenz über die wissenschaftlichen Grundlagen einer rationalen Nutzung und Erhaltung der Biosphäre

3. Konsolidierungsphase: 1970 bis 1990

1970	Gründung des UNESCO-Programmes „ Der Mensch und die Biosphäre “ (MAB). 1. <i>Red Data Book</i> über gefährdete und seltene Pflanzen. Gründung des Bayerischen Staatsministeriums für Naturschutz und Umweltfragen
1971	Ramsar-Konvention. Gründung des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz LfU
1972	Verabschiedung der UNESCO-Konvention zum Schutz des Kultur- und Naturerbes der Welt (World Heritage Convention)
1973	Verabschiedung des „Übereinkommens über den internationalen Handel mit gefährdeten Arten freilebender Tiere und Pflanzen“: Washingtoner Artenschutzabkommen
1974	In Bayern beginnt unter der Leitung von Prof. Dr. W. Haber (Lehrstuhl für Landschaftsökologie, Weihenstephan) die Artenschutzkartierung . Sie wird später durch die Biotopschutzkartierung erweitert und von der ABSP-Gruppe des BayLfU als Arten- und Biotopschutzkartierung fortlaufend weiter geführt
1975	Gründung des „ Bund für Natur- und Umweltschutz Deutschlands “: BUND
1976	Bundesnaturschutzgesetz: Landschaftsplanung und -pflege kommen hinzu
1979	Erlass der EG-Vogelschutz-Richtlinie in Ländern der Europäischen Gemeinschaft durch den Rat der EWG, Bonner Konvention zum Schutz wandernder Tierarten
1980	In der „World Conservation Strategy“ der Internationalen Naturschutzunion (IUCN) wird erstmals der Begriff „ sustainable development “ verwendet
1983	1. Internationaler Biosphärenreservat-Kongress der UNESCO in Minsk
1984	1. Internationale Nordsee-Schutzkonferenz. Der Umweltschutz wird in die Bayerische Verfassung aufgenommen
1985	1. CORINE-Biotoperhebung der EU
1986	Organisation des „ National Forum on BioDiversity “ in Washington. Publikation der Ergebnisse von Edward O. WILSON (Hrsg.) unter dem Titel „Biodiversity“ (1988)
1987	Gründung der „Stiftung Europäisches Naturerbe“ (<i>Euronatur</i>). Gesamtnovellierung des Artenschutzes. Brundtland-Report: Our Common future, Oxford, übersetzt von Volker HAUFF (Hrsg.): „ Unsere gemeinsame Zukunft - Für ein Klima des Wandels “
1988	IUCN, UNEP und WWF gründen das World Conservation Monitoring Centre WCMC

Tabelle 1 (Fortsetzung)

4. Emanzipationsphase ab 1990

1990	WWF veröffentlicht seine „Mission for the 1990s“- in allen Ländern starke Zunahme von Nationalpark- und Schutzgebietsausweisungen. 1. Europäische Umweltministerkonferenz auf Initiative des Europarates
1991	LIFE-Programm der EU zur Finanzierung von Projekten, die im Rahmen der geplanten Natura 2000 zu realisieren sind. Verabschiedung des Fledermausabkommens (Bonner Konvention) und der Alpenkonvention. IUCN, UNEP und WWF veröffentlichen die „ Strategie für ein Leben im Einklang mit Natur und Umwelt - Unsere Verantwortung für die Erde “
1992	Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (UNCED) in Rio de Janeiro. Verabschiedung der Konvention zur Biologischen Vielfalt , der Klimakonvention, Rio-Deklaration, Walderklärung und Agenda 21 . Die EU erlässt die Flora-Fauna-Habitat (FFH)-Richtlinie und das Schutzgebietsprogramm Natura 2000 . Ein Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) wird etabliert. EU-Agrarreform und Agenda 2000
1993	Bildung der Kommission für nachhaltige Entwicklung (CSD) zur Umsetzung der Agenda 21. 1. Sitzung des „ Global Biodiversity Forum “ zur Förderung der Anliegen der Biodiversitätskonvention. Tropenwaldkonvention der Deutschen Bundesregierung
1994	Die 12. IUCN-Generalversammlung in Buenos Aires verabschiedet neue Management-Kategorien für Schutzgebiete. 1. Vertragsstaatenkonferenz zum Übereinkommen über die biologische Vielfalt . Internationales Tropenholzübereinkommen. Herausgabe der Leitlinien für das Leader II - Programm durch die EU, Laufzeit: 1994-1999
1995	Sevilla-Strategie und Internationale Leitlinien für das Weltnetz der Biosphärenreservate. 5. Europäische Umweltministerkonferenz in Sofia beschließt das Programm „Umwelt für Europa“. In seiner Regierungserklärung „Umweltinitiative Bayern“ kündigt der Bayerische Ministerpräsident als Beitrag zur „Natura 2000“ einen „ landesweiten Biotopverbund “ an. In Bayern wird das 500. Naturschutzgebiet ausgewiesen
1996	World Conservation Congress der IUCN in Montreal. Inkrafttreten des „Internationalen Übereinkommens über die Bekämpfung der Wüstenbildung“ 3. Vertragsstaaten-Konferenz der Biodiversitätskonvention in Buenos Aires. Gründung der <i>Species 2000</i> als außerordentliches Mitglied der Global Biodiversity Information Facility (GBIF) zur Katalogisierung aller Lebewesen auf der Erde. In Deutschland ergänzt die <i>Agenda Systematik 2000</i> die internationalen Biodiversitäts-Initiativen
1997	Herausgabe der Bayern-Agenda 21 für eine nachhaltige und zukunftsfähige Entwicklung in Bayern auf Beschluss des Bayerischen Ministerrats durch das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
1999	IUCN und Weltbank unterzeichnen gemeinsames „Memorandum of Understanding“, durch welches die Zusammenarbeit beider Organisationen institutionalisiert wird. Der WBGU gibt sein Jahresgutachten unter dem Thema „ Welt im Wandel: Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Biosphäre “ heraus
2000	Das World Conservation Monitoring Centre (WCMC) in Cambridge wird zum „ Centre for World Biodiversity Information and Assessment “ von UNEP. 5. Vertragsstaatenkonferenz der Biodiversitätskonvention in Nairobi. Herausgabe der Leitlinien für das „Leader+“ -Programm durch die EU. Laufzeit 2000 - 2006

In der Konvention zur „Erhaltung der biologischen Vielfalt“ wird von den Ländern gefordert, die Vielfalt zu bewahren und die Vorteile, die sich aus ihrer Nutzung ergeben, gerecht untereinander aufzuteilen. Von den insgesamt IV Teilen, in welche die **Agenda 21** aufgegliedert ist, wird in Teil II (Erhaltung und Bewirtschaftung der Ressourcen für die Entwicklung) im **Kapitel 15** das Thema: „**Erhaltung der biologischen Vielfalt**“ abgehandelt.

In Abschnitt 15.2. heißt es: „Die wesentlichen auf unserem Planeten zur Verfügung stehenden Güter und Dienstleistungen hängen von der Vielfalt und Variabilität von Genen, Arten, Populationen und Ökosystemen ab. Die biologischen Ressourcen ernähren und kleiden uns, gewähren uns Obdach und liefern uns Arzneimittel und geistige Nahrung. Die natürli-

chen Ökosysteme der Wälder, der Savannen, der Gras- und Weideflächen, der Wüsten, der Tundren, der Flüsse, Seen und Meere beheimaten den größten Teil der biologischen Vielfalt unserer Erde. Auch die Felder der Bauern und die Gärten sind als Vorratsträger enorm wichtig; hinzu kommen Genbanken, botanische Gärten, Zoos und andere Verwahrungsorte für Keimplasma, die einen zwar kleinen, aber bedeutenden Beitrag leisten. Der gegenwärtig zu verzeichnende Verlust der biologischen Vielfalt ist zum großen Teil Folge menschlichen Handelns und stellt eine ernste Bedrohung für die menschliche Entwicklung dar.“

In einer Presseerklärung des *Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)* zum Jahresgutachten 1999 vom 13.

September 2000 wird zu Recht die aufrüttelnde Überschrift „Dramatischer Verlust biologischer Vielfalt gefährdet Chancen zukünftiger Generationen“ gewählt. Und weiter heißt es: „Diese Entwicklung lässt schwerwiegende Beeinträchtigungen unserer natürlichen Lebensgrundlagen befürchten“.

6. „Biodiversität“, ein neues Schlagwort in der Diskussion über den Artenschwund

Anstelle „biologischer Vielfalt“ – wird häufig auch der Begriff „Biodiversität“- verwendet. In beiden Begriffen steckt mehr als nur Vielfalt der Arten, denn Vielfalt gibt es auch innerhalb einer Art: die Gene, Genotypen, Genpools und Populationen. Hinzu kommen die Gilden, die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Arten und schließlich auch die unterschiedliche Organisation und Funktion von Lebensgemeinschaften und Ökosystemen; mit anderen Worten: auf jeder Organisationseinheit des Lebens herrscht Vielfalt. Vielfalt ist eine immanente Eigenschaft des Lebendigen. Durch die Forschungen der letzten Jahrzehnte ist es anschaulich geworden, dass jede Art eine Kollektion von einer ungeheuren Anzahl von Genen ist (Bakterien > 1.000, bei einigen Pilzen ca. 10.000, mehrere 100.000 bei Blütenpflanzen und Tieren – E.O. WILSON 1992). Aufgrund ihrer Eigenschaften können wir diese als „Synthesevorschriften“ oder mit einem anderen Wort als „Rezepte“ zur Bildung von Eigenschaften bezeichnen, die das Resultat vieler Millionen Jahre Evolution darstellt.

7. Die Vielfalt der Arten – das „praktische Maß“ der biologischen Vielfalt

In der Praxis arbeitet man in der Regel mit der Artenzahl, denn Arten sind im Vergleich zu den anderen, oben aufgezählten Organisationseinheiten leicht zu bestimmen und zu zählen, zumal Artenvielfalt auf die Fläche oder, in aquatischen Ökosystemen, auf den Raum bezogen, bestimmt wird. Abgesehen davon ist die Art „die eigentliche Einheit der Evolution, sie ist das Gebilde, das sich spezialisiert, sich anpasst oder sich in seiner Adaptation umstellt“ (MAYR 1979). Dennoch gibt es genug verbleibende Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Artenvielfalt. Es ist nicht

einmal möglich anzugeben, wie viel Arten gegenwärtig auf der Erde existieren, wie viele Arten pro Jahr im Verlauf der natürlichen Evolution aussterben und wie groß die Zahl derjenigen Arten ist, die der Expansion des Menschen und seiner Zivilisationsmaschinerie Jahr für Jahr unwiederbringlich zum Opfer fallen. Immerhin gibt es Schätzungen. Und sie reichen aus, um zu zeigen, dass das gegenwärtige Artensterben erschreckend schnell vonstatten geht. Die Zahl der bekannten, d.h. taxonomisch beschriebenen und archivierten Arten liegt bei 1.750.000. Aus der Häufigkeit neuer Entdeckungen von Tier- und Pflanzenarten ergeben sich bisher nur grobe Hinweise auf die vermutete Zahl noch unbekannter Arten. Sie liegt zwischen 10.000.000 und 200.000.000 (GLEICH et al. 2000). Nach einem Bericht des United Nations Environment Programme (UNEP 1995) wird die Gesamtartenzahl auf 13,4 Millionen geschätzt, doch ist von den wenigsten Arten Näheres über ihre Biologie bekannt.

Einige Beispiele zur Zahl der bekannten bzw. noch nicht entdeckten Arten sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Nach Schätzungen des bekannten amerikanischen Biologen Edward O. WILSON (1992) sterben jährlich etwa 27.000 Arten aus. Diese Angabe basiert auf einem infolge der Verkleinerung von Inselartigen Lebensräumen vor allem in den Tropen nachgewiesenen Artenverlust. Daraus leitet man ab, dass die Artenzahlen etwa mit der 4. Wurzel der Fläche ihres Lebensraumes zu- bzw. abnehmen.

Obleich solche Zahlenangaben – insbesondere durch die nach 1992 begonnene Intensivierung diesbezüglicher Bestandsaufnahmen – in den kommenden Jahren immer wieder korrigiert werden müssen, besteht unter den Ökologen kein Zweifel, dass die anthropogene Aussterberate um viele Zehnerpotenzen über der natürlichen Aussterberate bzw. über der Rate neuentstehender Arten liegt (WILSON 1992). Nach einem Bericht der UNEP (1995) wird in den nächsten Jahrzehnten ein Aussterben von Zehntausenden von Arten erwartet, wenn die Zerstörung von Lebensräumen in gleichem Maße voranschreitet wie bisher.

Zahlreich sind die Institutionen, die mit der Vervollständigung des globalen Organismenkataloges be-

Gewässername Eggstätt-Hemhofer Seen	Elektrische Leitfähigkeit (χ 25 °C μ S/cm)	Gewässername Seoner Seen	Elektrische Leitfähigkeit (χ 25 °C μ S/cm)
Thalersee	540	Griessee **	180
Langbürgenersee	260	Brunnsee	510
Schlosssee	380	Seeleitensee	490
Kesselsee	210	Mittersee	480
Kautsee	300	Jägersee	470
Hartsee*	360*	Klostersee	250
Pelhamersee	410	Moorweiher	16
Einbessee	16	Thienmanweiher	14
Blassee	15	Naumannweiher	15
Stettnersee	170		
Lemberger Gumpfen	19		

Tabelle 2

Globaler Artenbestand, Auswahl (nach GROOMBRIDGE 1992, aus Kleine Senckenbergreihe 2000, 1996, ergänzt)

* darunter Fische: 25.000, Vögel: 9.950, Reptilien: 7.400, Amphibien: 4.950, Säugetiere: 4.630 (aus GLEICH et al. 2000)

fasst sind. Durch die Konferenz von Rio de Janeiro ist ein zusätzlicher Schub entstanden, der bisherige Arbeiten auf diesem Gebiet intensiviert, z.B. durch das *RAP Programm (Rapid Assessment Program)* und durch das *BIOTROP-Programm (Neotropical Biological Diversity Program)* der Universität Kansas/USA. Diese Entwicklung ist dringend nötig, zumal die Taxonomie mit dem Aufschwung der experimentellen Biologie an den Universitäten in Deutschland über mehrere Jahrzehnte hinweg fast völlig verdrängt worden ist.

Die gegenwärtig wichtigste internationale Initiative zur weltweiten Datenerhebung läuft unter dem Namen *Species 2000*. Das Programm wurde von der *International Union of Biological Sciences (IUBS)* in Kooperation mit dem *Committee on Data for Science and Technology (CODATA)* und der *International Union of Microbiological Societies (IUMS)* im September 1994 gegründet. Die Biodiversitätsforschung erschöpft sich aber nicht mit Datenerhebungen (Europäische Kommission 1998). Darüber erfahren wir eine Menge aus erster Hand im Beitrag von Prof. Dr. K.-E.Linsenmair in diesem Heft.

Da die Artenvielfalt der Erde sehr unterschiedlich verteilt (BARTHLOTT et al. 1999) und auch ihre Bedrohung nicht überall dieselbe ist, nehmen die „hot spots“ – das sind Gebiete mit besonders großem Artenreichtum und einer großen Zahl sonst nirgends vorkommender Arten (Endemiten) bei der weltweiten Arteninventur einen ganz besonderen Stellenwert ein. So gibt es beispielsweise auf der Insel New Caledonia (Fläche 16.000 km²) ca. 3.000 Pflanzenarten, unter welchen 80% endemisch sind (MYERS 1992). Erwartungsgemäß gibt es auch zwischen verschiedenen Ökosystemen innerhalb Mitteleuropas und anderswo erhebliche Unterschiede. In Buchenwäldern Mitteleuropas beispielsweise ist der Artenreichtum besonders groß: Es wurden ca. 4.300 Pflanzen- und ca. 6.700 Tierarten nachgewiesen, etwa 1.800 von ihnen sind direkt an Buchen gebunden (ELLENBERG 1998).

Der World Wide Fund for Nature (WWF) hat bei der Festlegung von Prioritäten einen etwas anderen Weg gewählt, indem er in einer *Global 2000*-Liste 232 Regionen genannt hat, welche die verschiedenen Lebensraumtypen der Erde repräsentieren. Diese sollen nun bevorzugt untersucht werden. Die überall auf der Erde gesammelten Daten laufen in einer Zentrale ein: dem *World Conservation Monitoring Centre (WCMC)*.

8. Biodiversität und nachhaltige Entwicklung

Das durch die Ergebnisse der Konferenz in Rio aktualisierte Programm der Biodiversitätsforschung ist, wie bereits angedeutet, nicht auf die Aufstellung einer Arteninventur beschränkt, denn auch der vollkommenste Artenkatalog eines Gebietes liefert für sich genommen keinen Anhaltspunkt, um einer weiteren Forderung gerecht zu werden, die ebenfalls zu

den Ergebnissen der Konferenz von Rio de Janeiro gehört: Die Forderung einer nachhaltigen Entwicklung („sustainable development“) mit dem Ziel, Modelle für eine umweltverträgliche Entwicklung zu erarbeiten.

Das ist eine gigantische Aufgabe! Sie wird das „Jahrhundert der Ökonomie“ durch ein – um mit von Weizsäcker zu sprechen – „Jahrhundert der Umwelt“ ablösen, in welchem die Ökonomie mit der Ökologie (Lehre vom Haushalt der Natur!) eine Synthese finden muss und mit dem daraus abzuleitenden Management eine neue Stufe in der kulturellen Evolution des Menschen erreichen wird.

Der Anfang ist bereits gemacht, wenn die „Ökonomie der Biodiversität“ zu einem zentralen Thema wird und Fragen untersucht werden wie z. B. Welche Bedeutung besitzt Biodiversität als Grundlage für Wirtschaftsprozesse? Und: „Inwiefern können ökonomische Argumente eingesetzt werden, um den Verlust an biologischer Vielfalt zu vermindern“? Welche Biodiversität gemeint ist, hängt von der jeweiligen speziellen Fragestellung ab.

Der Begriff „nachhaltige Entwicklung“, wird erstmals im Jahre 1980 in der „World Conservation Strategy“ der IUNC verwendet. Streng genommen geht es ausschließlich um die Kontrolle von Wachstumsprozessen, die auf erneuerbare Ressourcen angewiesen sind, z. B. um Beziehungen zwischen einem Konsumenten und seiner Nahrung. Im Prinzip können Wachstumsprozesse schneller zum Verbrauch der dafür erforderlichen Ressourcen führen als diese erneuert werden. Ohne einen besonderen Mechanismus gäbe es in diesem Fall keine Chancen für ein Überleben, z. B. wenn bei einer Massenentwicklung von Raupen die kollektive Beendigung der Fraßzeit mit der Verpuppung grundsätzlich erst zum Zeitpunkt des völligen Verbrauchs der Futterpflanzen erfolgen würde. Diese hätten keine Chance zur Reproduktion. Sie würde aussterben. Absterben würde aber auch die nächste Konsumentengeneration, falls die betreffende Art auf ihre Futterpflanze spezialisiert war. Sollte es derartige Konstellationen jemals gegeben haben, so hatten sie beide keine Überlebenschancen, d. h. es gibt sie nicht (mehr).

Der Ökologe kennt viele Beispiele, die ihm zeigen, wie Nachhaltigkeit in der Natur erreicht wird, d. h. dass sowohl der Räuber als auch seine Beute überleben. Vor allem in aquatischen Ökosystemen gibt es dafür zahlreiche experimentelle Befunde (z. B. GILBERT & STEMBERGER 1978, HAVEL, J. E. & S. I. DODSON 1984, LAMPERT et al. 1994, TOLLRIAN & DODSON 1999, TOLLRIAN & HARVELL 1999) (Abb. 1). Ein Beispiel: Bei einer kleinen Rädertierart (*Brachionus calyciflorus*), die einer größeren (*Asplanchna brightwelli*) als Beute ausgeliefert ist, wachsen unter dem Einfluss von Substanzen (Kairomone), die vom Räuber abgegeben werden, in aufeinanderfolgenden Generationen immer längere Dor-

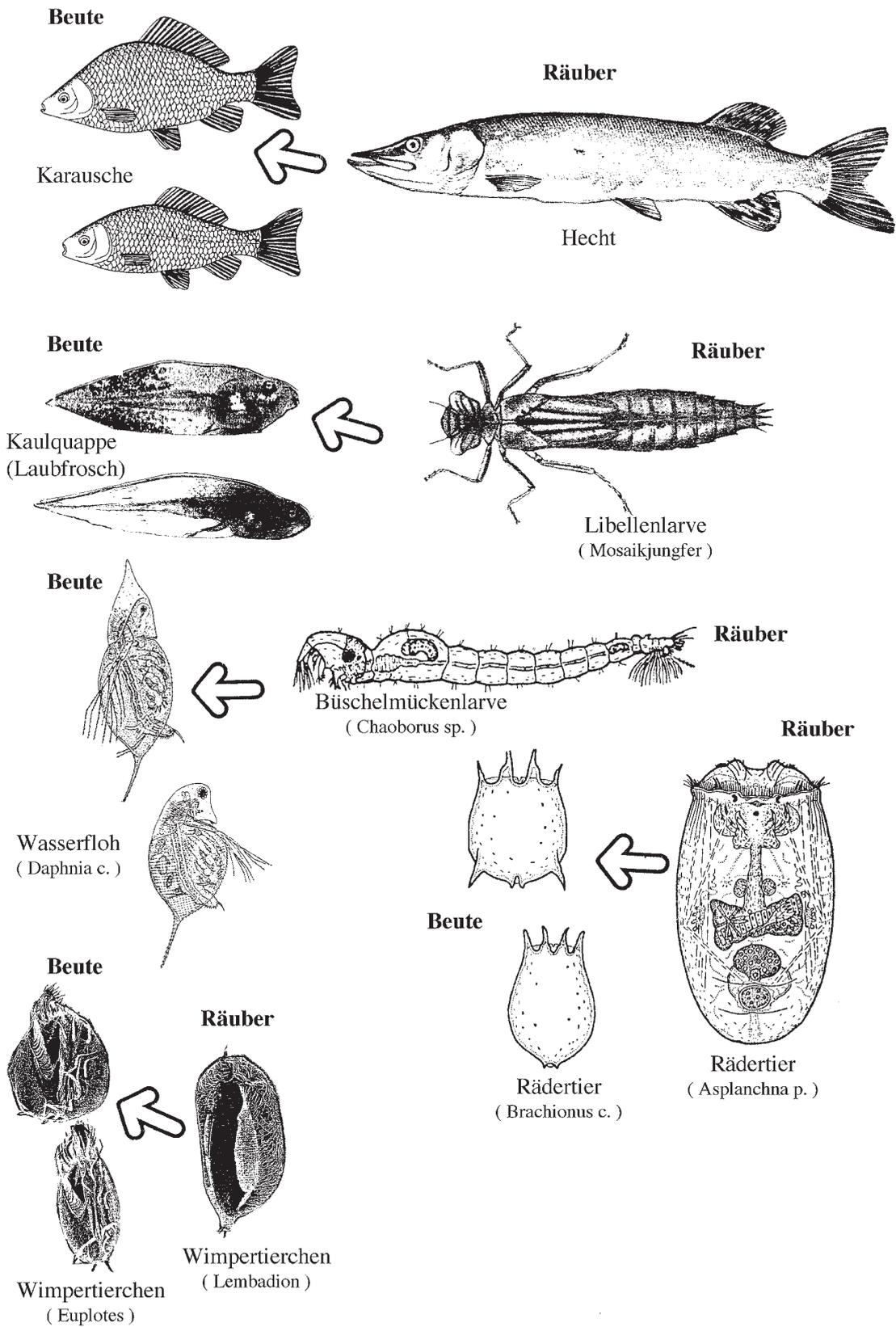


Abbildung 1

Warum rottet der Räuber seine Beute nicht aus? Verteidigungsstrategien von Beutearten gegenüber ihrem wichtigsten Räuber: Unter dem Einfluss des Hechtes bekommen Karausche höhere Rücken, die das Verschlingen erschweren; unter dem Einfluss der Libellenlarve akkumulieren schwarze Pigmente in der Schwanzflosse der Laubfroschkaulquappe, wodurch die Beute dem Räuber größer erscheint und Angriffshemmung bewirkt; unter dem Einfluss der Büschelmücke bekommt eine Wasserflohart einen spitzen Helm, der dem Räuber das Hantieren erschwert; unter dem Einfluss des Rädertiers *Asplanchna* wachsen der Beute lange Dornen, die das Verschlucken erschweren und unter dem Einfluss des Ciliaten *Lembadion* wird die Beute größer und breiter. In allen Fällen erfolgt der „Einfluss“ durch Substanzen, die vom Räuber ins Wasser abgegeben werden (Kairomone). Die Pfeile weisen auf die phänotypischen Folgen des Kairomons (nach versch. Autoren umgezeichnet, Literatur vgl. Text).

nen, die das Verschlingen zunehmend erschweren und schließlich unmöglich machen. Soweit kommt es aber nicht, weil die Räuberpopulation schon im Verlaufe dieser Veränderungen an Zahl abnimmt und mit ihr auch die Kairomonkonzentration im Wasser. Die Folge ist, dass die Beute auf lange Dornen „verzichten“ und sich nun – befreit von der Notwendigkeit Dornen zu bilden – wieder verstärkt vermehren kann. Da einige Räuber übrig geblieben waren, finden diese nun bald wieder ein reichliches Nahrungsangebot. Sie nutzen es, wachsen schnell heran und vermehren sich auch wieder stärker. Unter dem Einfluss der vom Räuber abgegebenen und mit seiner wachsenden Dichte zunehmenden Kairomonkonzentration wachsen der Beute nun wieder längere Dornen und das Spiel beginnt von neuem – allerdings nur im Zweiartenversuch so stark ausgeprägt wie hier angedeutet. In der freien Natur gibt es für den Räuber wie für seine Beute noch eine weitere Chance: Da es nicht nur eine, sondern viele Beutearten gibt, kann der Räuber auf andere ausweichen, wenn die bevorzugte Beute in die Minderheit geraten ist.

Aus diesen Wechselbeziehungen ergibt sich, dass sie das Ausrotten der Beute durch den Räuber verhindern, obgleich dieser der Beute in der Regel haushoch überlegen ist. Mit anderen Worten: Der Nahrungsbedarf der Folgegenerationen des Räubers ist durch diesen Mechanismus „nachhaltig“ gesichert. Das Besondere daran ist, dass es der Räuber selbst ist, welcher der Beute seine Anwesenheit durch Kairomone signalisiert. So kommt zustande, was mit Nachhaltigkeit gemeint ist: Erneuerbare Ressourcen sollen nur insoweit genutzt werden, dass sie auch den Folgegenerationen zur Verfügung stehen.

Der geschilderte Zweiartenversuch hat den Wirkungsmechanismus unter Ausnutzung der chemischen Kommunikation geklärt. Das erwähnte Ausweichen des Räubers auf eine andere Beuteart gibt uns einen Hinweis auf die Bedeutung der Biodiversität in diesem speziellen Zusammenhang: Je mehr Beutearten verfügbar sind, desto geringer die Wahrscheinlichkeit, dass dem Räuber die Nahrung ausgeht und dass eine seiner Beutearten ausgerottet wird. Das aus Räubern und Beutearten bestehende System gewinnt – innerhalb gewisser Grenzen – somit durch Vielfalt an Nachhaltigkeit.

9. Nachhaltige Entwicklung einer lebensfreundlichen kostenlosen Umwelt

„Nachhaltige Entwicklung“ muss auch für die Ökosysteme gelten, die dem Menschen in ihrer Gesamtheit kostenlos eine lebensfreundliche Umwelt sichern. Es ist völlig ausgeschlossen, diese Eigenschaft für die gesamte Menschheit durch Technik zu gewährleisten, etwa so wie es in einer Raumsonde für eine kleine Gruppe von Menschen eine zeitlang möglich ist.

„Nachhaltige Entwicklung“ der Ökosysteme bedeutet, dass ihre Fähigkeit zur Selbstregulation nicht wesentlich beeinträchtigt wird. Über die komplexen Mechanismen, die in ihrer Gesamtheit die Selbstregulation ermöglichen, ist wenig bekannt. Sicher ist, dass die Nahrungsbeziehungen, durch welche ein mehr oder weniger komplexes Nahrungsgewebe organisiert wird, daran beteiligt sind. Neben den Nahrungsbeziehungen gibt es aber noch viele andere, z. B. Konkurrenzbeziehungen, Kommensalismus und Amensalismus (CZIHAK, G.; H. LANGER & H. ZIEGLER 1976, BUSCH & UHLMANN 1989).

Nahrungsbeziehungen sind immer Wechselbeziehungen zwischen den beteiligten Arten. Jede Beuteart steht mit mehreren Räuberarten in Wechselbeziehung und jede Räuberart mit mehreren Beutearten. Die Zahl dieser Wechselbeziehungen nimmt sicherlich mit der Artenzahl eines Ökosystems zu. Damit steigt aber auch die Wahrscheinlichkeit, dass Störungen kompensiert werden. Als Störungen möchte ich ungewöhnliche Einflüsse bezeichnen, die in relativ kurzer Zeit das gesamte Ökosystem oder hinreichend große Teile betreffen und nicht rhythmisch, wie z. B. Jahreszeiten, sondern unvorhersehbar eintreten und zumindest für einige Arten von erheblichem Nachteil sind. Wird nur eine Art oder werden nur einige wenige Arten beeinträchtigt, so profitieren die übrigen, soweit sie – in Gilden organisiert – ähnliche Funktionen ausüben wie die geschädigten oder diesen als Beute gedient haben. Es ist durchaus vorstellbar, dass wichtige Eigenschaften des Ökosystems z. B. seine Produktion in solchen Fällen bis zum Überschreiten einer gewissen Schwelle erhalten bleiben.

Man kann sich diesen Zusammenhang anhand eines Experimentes verdeutlichen (YASUNO et al. 1988), dessen Ergebnisse in Abb. 2 dargestellt sind. In großen Wasserbehältern hatte sich eine Planktongesellschaft entwickelt, in welcher neben zahlreichen kleinen Algenarten (A) und einer größeren Algenart (CE Ceratium) vom Zooplankton: 2 Rotatorienarten (H & K), 3 Kleinkrebsarten (CY, DI & DA) und die Büschelmücke (CH) dominierten. Nur sehr vereinzelt waren noch zwei besonders kleine Arten von Kleinkrebsen: *Moina* (M) und *Chydorus sphaericus* (CS) vorhanden. Das Experiment zeigt, wie durch die Störungen unterschiedlicher Größe (Konzentration des Insektizids Permethrin) bei den einzelnen Arten unterschiedliche Effekte auftreten, nicht nur negative, sondern auch positive, durch welche das Nahrungs-gewebe umstrukturiert wird und erst bei der höchsten verwendeten Konzentration für die meisten Arten von Nachteil ist.

Aus zahlreichen Untersuchungen weiß man aber, dass die Wechselbeziehungen in Ökosystemen sehr viel komplexer sind als bisher angenommen. Die „Diversität-Stabilität-Hypothese“, wonach die Stabilität eines Ökosystems mit ihrer Diversität zunimmt und demnach von ihrer Artenzahl abhängig sei, konnte mit den gängigen Definitionen für Stabilität

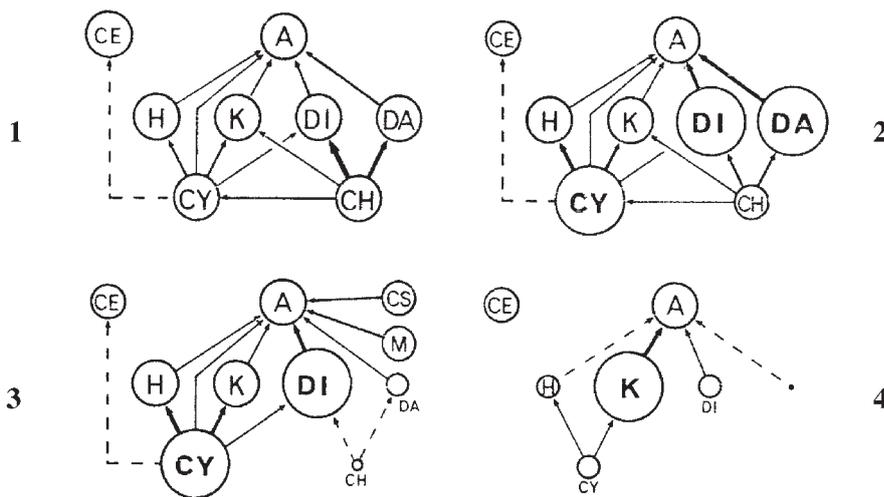
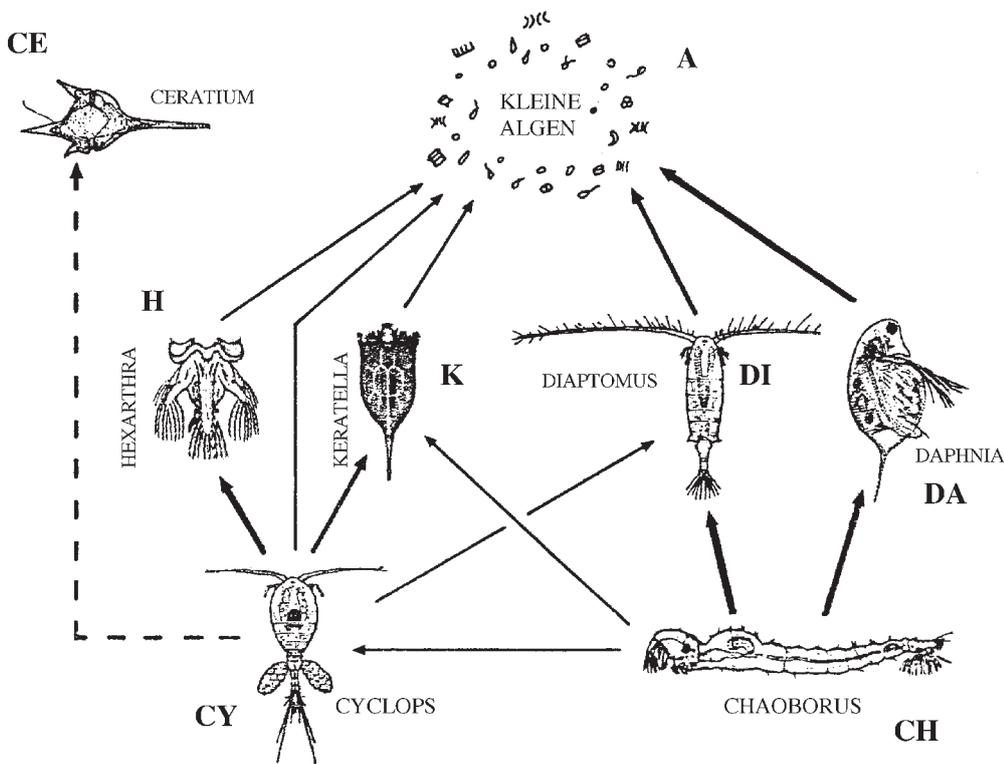


Abbildung 2

Einfluss steigender Konzentrationen des Pflanzenschutzmittels Permethrin auf ein Nahrungsgewebe aus Algen und Zooplankton. Die Pfeile symbolisieren die Nahrungsbeziehungen, ihre Dicke die Präferenz für die jeweilige Beute. Die Permethrinzugabe Nr. 2: 0.75 mg/l bewirkt zunächst die Schädigung der Büschelmücke (CH), wovon ihre Beute, die Kleinkrebse (DI, DA, CY) profitieren und an Zahl zunehmen. Bei höherer Konzentration (Nr. 3: 1.5 mg/l) wird auch *Daphnia* (DA) reduziert. Durch den Wegfall dieses dominierenden Konkurrenten für die beiden Kleinkrebse (CS, *Chydorus* und M, *Moina*) nehmen diese an Zahl erheblich zu. Von der höchsten Permethrin-Konzentration (Nr. 4: 10.0 mg/l) profitiert das Rotator: *Keratella*, welches an Zahl erheblich zunimmt. Die Phytoplanktonart *Ceratium* zeigt keine wesentlichen Veränderungen in ihrer Dichte (aus LAMPERT 1992, verändert).

bekanntlich nicht verifiziert werden (LINSENMAIR, in diesem Heft und LINSENMAIR 1995).

Das schließt aber nicht aus, dass die Fähigkeit zur Selbstregulation eines Ökosystems innerhalb gewisser Grenzen mit der Zahl und der Art der vorhandenen Wechselbeziehungen korreliert. Die Zahl der Wechselwirkungen ist mit Sicherheit wesentlich

größer als die Zahl der vorhandenen Arten. Da man Erstere nicht so ohne weiteres bestimmen und zählen kann, muss man sich in Untersuchungen zur biologischen Vielfalt auf die Artenzahl beschränken, und man geht wohl nicht fehl in der Annahme, dass die Fähigkeit zur Selbstregulation mit abnehmender Artenzahl reduziert wird. Weil aber der Stellenwert der

verschiedenen Arten in ihrem Beitrag zur Selbstregulation nicht gleich ist, weiß man nicht, ob eine Beeinträchtigung der Selbstregulation bereits bei einem Verlust von 5, 20 oder 40% der vorhandenen Arten eintritt oder noch später. Hinzu kommt, dass jedes Ökosystem ein Unikat darstellt und aus diesem Grund macht es keinen Sinn, verschiedene Ökosysteme anhand der Artenzahlen zu vergleichen und jenem mit der höchsten Artenzahl von vornherein die maximale Fähigkeit zur Selbstregulation zuzuschreiben oder andere Bewertungen vorzunehmen. Ganz abgesehen davon bedeutet Selbstregulation auf keinen Fall Unveränderlichkeit. Die Selbstregulation ist jedoch daran beteiligt, dass die Artenzusammensetzung in einem Ökosystem nicht zufällig ist und dass sie sich innerhalb eines durch die natürliche Entwicklung gegebenen Zeitrahmens verändert, z.B. durch Anpassungen an hinreichend langsam erfolgende Umweltveränderungen.

Im Verlauf der Entwicklung von Ökosystemen (Sukzession) kommen bekanntlich erhebliche Veränderungen in der Artenzusammensetzung zustande. Aufgrund dieses natürlichen Wandels in der Artenzusammensetzung ist Artenschutz, streng genommen, biologisch nicht begründbar. Die Evolution hat die Arten geschaffen, sie erhält sie aber nicht.

Das ist dennoch kein Argument gegen den Artenschutz! Bei diesem geht es nicht darum, die erwähnten, ganz allmählich erfolgenden Veränderungen in der Artenzusammensetzung zu verhindern, sondern um dem raschen Artensterben unter dem Einfluss des Menschen entgegenzuwirken. Der Mensch ist durch seine Zivilisationsmaschinerie ein ganz erheblicher Störfaktor, der „aus der Sicht von Pflanzen und Tieren“ so unvorhersehbar schnell, massiv und unterschiedlich wirksam ist, dass Anpassungen, vor allem bei den k-Strategen, von vornherein ausgeschlossen sind.

Die Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung von Ökosystemen bedeutet Fernhaltung von Störungen, durch welche die Fähigkeit zur Selbstregulation massiv beeinträchtigt werden könnte. Da man diese Fähigkeit aber nicht so ohne weiteres feststellen, kontrollieren und im Schadensfall reparieren kann, bleibt nur ein Weg: Kontrolle des Ökosystems über seine Artenzahlen mit dem Ziel, etwaige Störungen auszuschalten, die für einen zuvor nachgewiesenen Artenrückgang in Frage kommen oder besser noch, ihn – wenn möglich – von vornherein zu vermeiden.

Sicher werden aus den Ergebnissen der Ökosystem- bzw. der Biodiversitätsforschung im Laufe der nächsten Jahre weitere Kontrollmöglichkeiten abgeleitet werden können, zumal nach der Inventur der bisherigen Forschungsansätze (SENCKENBERGISCHE NATURFORSCHENDE GESELLSCHAFT 1997) nun auch weltweit mit einem Schub neuer Aktivitäten gerechnet werden kann. Trotz der bestehenden Defizite in der Grundlagenforschung (z.B. auch hinsichtlich besonders wichtiger Definitionen wie Ökosy-

stem, Ökosystemgrenzen – vgl. TREPL 1986, WIESER 1992) erlaubt die Dramatik des Artensterbens keinen Aufschub der weltweit durchgeführten Kontrolluntersuchungen bis die bestehenden Wissensdefizite aufgefüllt sind. Für die Praxis der Arteninventur ist das ohnehin unerheblich.

Da Störungen von Ökosystemen durch den Menschen nicht nur durch das Entnehmen erneuerbarer Ressourcen (z.B. Überfischung in Meeren) zustandekommen, sondern auch durch die verschiedensten Arten von Belastungen, wie z.B. Luft- und Wasserverschmutzung, Bodenerosion u.a., muss der Begriff „nachhaltige Entwicklung“ in einer von Menschen besiedelten Landschaft diesen Umstand berücksichtigen. Als „nachhaltig“ gilt die Entwicklung einer Region dann, wenn sie mittel- bis langfristig mit den ökologischen und sozioökonomischen Rahmenbedingungen verträglich erscheint und nicht zu Lasten der Folgegenerationen, der Nachbarn und der Handelspartner erfolgt. Mit anderen Worten: „Nachhaltigkeit“ bedeutet, dass die jeweilige Wirtschaftsform für das Ökosystem tragfähig ist (MOHR 1995). Für die Umsetzung dieser Forderung gibt es kein allgemein anwendbares Rezept. In der Praxis führt daher kein Weg daran vorbei, dass für jede einzelne konkrete Aufgabe Zielvorstellungen definiert und für die jeweiligen Umsetzungsmaßnahmen spezielle Konzepte, eventuell durch Hinzuziehung von Rechenmodellen zu entwickeln sind (WISSEL 1995).

10. Reduktion des Artensterbens unter Beibehaltung der industriellen Landwirtschaft nach heutigem Muster?

Die landwirtschaftliche Lebensmittelerzeugung in der Kulturlandschaft hat dem Menschen die Basis seiner Existenz geliefert. Aus natürlichen sich selbstregulierenden Ökosystemen sind anthropogene Ökosysteme geworden, die – um funktionstüchtig zu bleiben – vom Menschen reguliert werden müssen. Das sind >90% der ertragfähigen Landflächen der Erde, die aus dem ehemals natürlichen Zustand in Kulturlandschaften verwandelt worden sind. In vielen dieser Kulturlandschaften hat sich – durch die Zunahme kleinräumiger Strukturen – eine größere Artenvielfalt entwickelt als je zuvor vorhanden war. Mit dem Entstehen der industriellen Landwirtschaft hat sich das jedoch grundlegend geändert. Und es besteht kein Zweifel, dass der Erfolg der Landwirtschaft ohne diese Umstellung nicht möglich gewesen wäre: Vor etwas über hundert Jahren waren 4 Landwirte nötig, um sich, ihre Familien und einen Nichtlandwirt zu ernähren, heute ernährt 1 Landwirt über 70 Nichtlandwirte! Die Landwirte sind durch die Lebensmittelerzeugung im Prinzip auch heute noch die Garanten des Fortschritts (HANK & TRENKEL 1994). Sie werden es bleiben, wenn es gelingt die Bewirtschaftung so zu verändern, dass die drohenden Gefährdungen rechtzeitig verhindert werden.

Zu den Nachteilen des Fortschritts in den letzten Jahrzehnten gehören weltweit

1. die Gefährdung der Böden: Bodendegradation, Rodung und Übernutzung der Wälder, Überweidung von Grasland, unsachgemäßer Ackerbau, Ausbeutung der Vegetation für den häuslichen Bedarf und das Anwachsen von Industrie und urbanen Ballungsgebieten (WBGU 1994),
2. die Belastung der Gewässer mit Nährstoffen, Pflanzenschutzmitteln wie Herbizide, Fungizide und Insektizide (DFG 1992), Pharmaka wie Antibiotika und Hormone und
3. die Ausrottung von Pflanzen- und Tierarten durch Vernichtung ihrer Lebensgrundlagen.

Aufgrund der enorm großen landwirtschaftlich genutzten Flächen (z. B. in Deutschland 54,7%) ist der Anteil der Landwirtschaft am Artenrückgang mit Abstand am größten. Das ergibt sich aus den im Jahre 1989 vom Umweltbundesamt Berlin vorgelegten Untersuchungen (VON WEIZSÄCKER 1989). Es folgen in dieser Reihung die Forstwirtschaft, der Tourismus, Rohstoffgewinnung, Gewerbe, Siedlung, Industrie, Wasser- und Teichwirtschaft, Verkehr, Abfall und Abwasserbeseitigung, Militär, Wissenschaft, Lebensmittel- und, an letzter Stelle, die Pharmaindustrie.

Die Spitzenstellung der Landwirtschaft als Verursacher des Artenrückgangs ergibt sich unmittelbar aus ihren Produktionsmethoden. Hier lautet die Maxime: Förderung des gewünschten Produkts in Monokulturen zu Lasten aller pflanzlichen Konkurrenten um Nährstoffe und Licht a) durch züchterische Leistungen und b) durch optimale Düngung und – zur Ausschaltung aller „Mitesser“ – durch den Einsatz von Herbiziden, Fungiziden und Insektiziden (Abb. 3).

Auf Wiesen wird diese Strategie nicht verfolgt, doch stellen sich im Zuge der Futtergewinnung vor allem für Rinder (Milchproduktion) ähnliche Ergebnisse ein:

- a) weil unter dem Einfluss der jährlich mehrmals durchgeführten Mahd (4-6 Mal) fast alle Blütenpflanzen an der sexuellen Reproduktion (und damit alle blütenbesuchenden Insekten an ihrem Nahrungserwerb) gehindert werden,
- b) weil unter dem Einfluss der jeweils im Anschluss an die Mahd und nach der Schneeschmelze erfolgenden massiven Güllendüngung im Überschuss (Entsorgungsproblem!) nur noch robuste Arten überleben (Abb. 4),
- c) weil – meist sogar überflüssigerweise – die Äcker und Wiesen so dicht bis zu den Wäldern reichen, dass die Entwicklung eines Ökoton ausgeschlossen ist und
- d) weil die bewirtschafteten Flächen völlig ausgeräumt werden, indem weder geschonte Wiesenränder, noch Hecken und Sträucher an ihrer Begrenzung geduldet werden.

Mit der angestrebten Monokultur bei der Ackerbewirtschaftung und der zwischen Aussaat und Ernte

kurzen Zeitspanne stehen die von Menschenhand gesteuerten Agrarökosysteme in diametralem Gegensatz zu natürlichen Ökosystemen. Ähnlich ist nur die Startphase, denn auch die Besiedelung eines neuen Lebensraumes – z. B. auf einer durch Vulkanismus entstandenen Insel – findet zunächst nur mit einer oder einigen wenigen Arten (Pionierarten) statt. Mangels Konkurrenz und mangels vorhandener Konsumenten produzieren diese relativ hohe Erträge. Und, da sie nicht total abgeerntet werden, schaffen sie die Voraussetzungen für die Existenz der nachfolgenden Immigranten (Pflanzen und Tiere). Im weiteren Verlauf nimmt die Artenzahl fortwährend zu. Ihre Zusammensetzung hängt nicht nur von den abiotischen Eigenschaften der Umwelt ab, sondern auch von der Art der Wechselbeziehungen zwischen den Arten und der Zahl und der Art der entstandenen Nischen. Zu Lasten des Ertrages einzelner Arten entwickelt sich dann eine Pflanzen-Tiergesellschaft mit wachsendem Organisationsgrad und – innerhalb gewisser Grenzen – der Fähigkeit zur Selbstregulation.

All dies entfällt bei der Ackerbewirtschaftung. Die nach der erfolgten Aussaat beginnende erzwungene Pionierphase wird im Extremfall konsequent auf das gewünschte Produkt beschränkt, doch zeichnen sich durch Forschungsergebnisse Möglichkeiten ab, die man als erfolgversprechende Kompromisslösungen bezeichnen kann (vgl. Beitrag von J. PFADENHAUER in diesem Heft). Die Lebensdauer dieser künstlich auf niedrigem Organisationsgrad gehaltenen Systeme ist kurz. Sie reicht nur jeweils von der Aussaat bis zur Ernte.

Die Landwirtschaft hat nicht immer die Spitzenposition unter all jenen Komponenten der Zivilisationsmaschinerie eingenommen, die für den dramatischen Rückgang der Artenzahlen verantwortlich sind, ganz im Gegenteil! Mit der Entwicklung der Kulturlandschaft aus dem Naturzustand hat sie in vielen Bereichen die Artenvielfalt sogar erhöht. Das geschah jedoch in der Zeit der traditionellen Landwirtschaft. Sie schuf aus den relativ einheitlichen Waldgebieten (Eichenmischwald) eine reich strukturierte Landschaft, durch welche die Nischenbildung gefördert wurde. Viele Arten, die zuvor durch die Beengtheit ihres Lebensraumes keine Möglichkeiten hatten, sich zu entfalten, fanden diese nun unter den neuen, für sie besseren Bedingungen; andere wanderten aus weiter entfernten, offenen Landschaften ein (z. B. BRANDL & PFEIDER 1993).

Die industrielle Landwirtschaft hat diese Strukturen in weiten Teilen längst wieder zerstört. Das gilt sogar für die Vielfalt der durch Züchtung hervorgebrachten Kulturpflanzen und Haustiere (Agrarbioidiversität; WBGU Jahrgutachten 2000). Man sollte es nicht für möglich halten, aber es stimmt: In Großstädten mit Parks und in Wohngebieten mit Gärten ist die Artenvielfalt bereits höher als in den Gebieten, in welchen die industrielle Landwirtschaft vorherrscht! Selbstverständlich finden nicht alle Arten, die in der



Mischwald (Vielfalt): Lebensgemeinschaft, Artenreichtum, hoher Organisationsgrad

In jungen ungestörten Ökosystemen tendiert die Entwicklung in Richtung zunehmenden Organisationsgrades (zunehmende Artenzahl, zunehmende Wechselwirkungen, Steigerung der Fähigkeit zu Selbstregulation) zu Lasten hoher Erträge der einzelnen Arten.



Getreideanbau (Monokultur): Ausschaltung aller wesentlichen „Mitesser“, Artenarmut, niedriger Organisationsgrad

In Agrarökosystemen werden Lebensgemeinschaften mit hohem Organisationsgrad zugunsten eines hohen Ertrages des gewünschten Produkts (z.B. Getreide, Kartoffel, Mais) unter kostenaufwendigem Einsatz von chemischer (Dünger, Herbizide, Fungizide, Insektizide) und mechanischer Energie (Einsatz von Maschinen) unterdrückt.

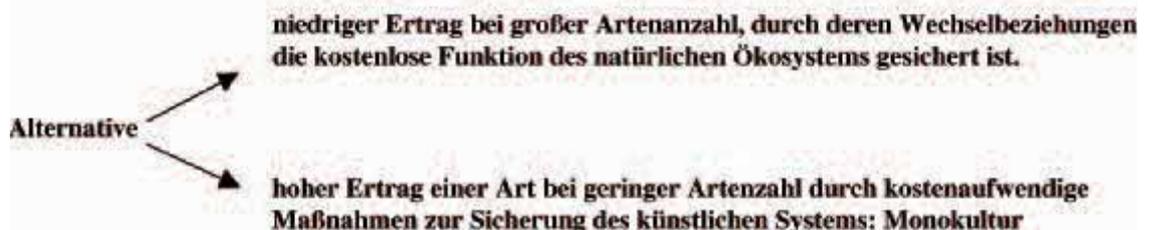
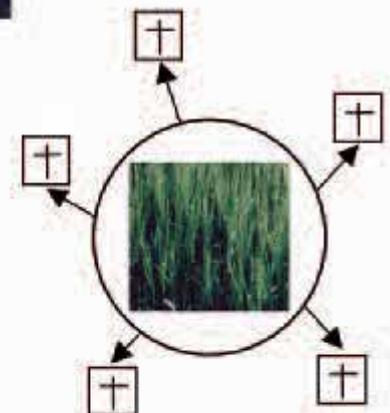


Abbildung 3
Prinzipielle Unterschiede zwischen einem natürlichen, sich kostenlos erhaltenden Ökosystem am Beispiel eines Mischwaldes und einem künstlichen, unter Kostenaufwand erhaltenem Ökosystem am Beispiel eines Getreidefeldes (Original).



1-2 Mal Mahd und Düngung mit Rindermist pro Jahr beeinträchtigt die Vielfalt an Blütenpflanzen, Insekten und Spinnen kaum.



Mehrmalige Mahd und mehrmaliger Gülleaustrag pro Jahr werden nur von wenigen Pflanzen- und Tierarten toleriert.

Beispiele für robuste Pflanzenarten:



Löwenzahn (*Taraxacum officinale*). Reproduktionsphase meist vor der ersten Mahd abgeschlossen



Stumpfblättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*). Schnellwüchsigkeit sichert die Erholung nach jeder Mahd.

Abbildung 4

Konventionelle maximierte Milchproduktion erfordert hohe Erträge auf Wiesen. Sie werden durch intensive mehrmalige Düngung und häufige Mahd pro Jahr erzielt. Unter diesen Bedingungen verlieren die meisten Blütenpflanzen und die auf sie angewiesenen Insekten- und Spinnenarten ihre Lebensgrundlage und viele Vogelarten ihre Nahrung. Der Artenrückgang wird daher gefördert. Durch Randstreifen, die aus dieser Bewirtschaftung herausgenommen werden, kann diesem Problem wirksam entgegen gesteuert werden (Original).

von der traditionellen Landwirtschaft geschaffenen Kulturlandschaft leben konnten, nun auch in städtischen Gärten und Parks entsprechend gut geeignete Lebensbedingungen.

Die Erhaltung der genetischen Vielfalt ist für die Landwirtschaft selbst von allergrößter Bedeutung, insbesondere für die Weiterentwicklung der Pflanzensorten, z.B. durch Einzüchten wertvoller Eigenschaften, wie z.B. von Resistenzen. Je größer die Vielfalt, desto größer die Chance, dass beispielsweise mit der zu erwartenden globalen Erwärmung geeignete Sorten ausgewählt und vermehrt werden können, die unter den neuen Bedingungen nicht nur existieren, sondern auch hohe Erträge bringen.

Die eingangs gestellte Frage: „Reduktion des Artensterbens unter Beibehaltung der industriellen Landwirtschaft nach heutigem Muster?“ muss aus den genannten Gründen und unter Berücksichtigung der Größe der landwirtschaftlich genutzten Flächen mit einem eindeutigen „Nein“ beantwortet werden. Eine Rückkehr zur traditionellen Landwirtschaft, durch welche bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts unsere Kulturlandschaften entstanden sind, kommt aus nahe liegenden Gründen ebenfalls nicht in Frage. Sicher ist jedenfalls, dass die Methoden der gegenwärtigen industriellen Landwirtschaft aufgrund ihrer nachteiligen „Nebenwirkungen“ ohne die Erfüllung zahlreicher Forderungen, wie sie vom Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (HABER & SALZWEDEL 1992) im Einzelnen präzisiert worden sind, die Voraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung nicht erfüllen. Daraus folgt, dass die gegenwärtige Landwirtschaft die Lebens- und Arbeitsbedingungen für die nachfolgenden Generationen erschwert.

Die Warnungen des WBGU in dem bereits erwähnten Jahresgutachten 1994: „Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden“ müssen sehr ernst genommen werden. Ohne die geforderte Wende in der Agrarpolitik sind die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen aber nicht realisierbar. Die Bauernverbände stehen leider eher für die Beibehaltung des Eingefahrenen. Sie sehen ihre Hauptaufgabe anscheinend ausschließlich darin, ihren Mitgliedern innerhalb des gegebenen wirtschaftlichen Rahmens Sicherheit zu vermitteln bzw. durchzusetzen.

Das ist eine wichtige Aufgabe, sie reicht aber nicht aus. Noch nie zuvor haben sich die diversen Berufsfelder in unserer Gesellschaft so schnell geändert wie in unserer Zeit. Die Landwirte werden davon nicht ausgenommen bleiben, es sei denn zum Nachteil der kommenden Generationen. Wer Entwicklungen aufhält, muss in Kauf nehmen, dass Gewohntes in einer sich ändernden Welt eines Tages umso drastischer zur Korrektur zwingt.

Pessimismus ist aber nicht angebracht, denn immerhin wächst die Zahl der sogenannten Ökolandwirte und neue Allianzen von Landwirten und Umweltver-

bänden (Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft, AbL in Kooperation mit der Umweltschutzorganisation *EURONATUR*) haben sich konstituiert. (SZ v. 25.10.01). Der *Bund Naturschutz in Bayern e. V.* (2001) hat aus Anlass der BSE-Krise einen konstruktiven Beitrag zur Diskussion der Agrarwende präsentiert.

11. Nachhaltige Sicherung einer lebensfreundlichen Umwelt setzt umfassendes Management voraus, in welchem dem Schutz der Biodiversität ein besonderer Stellenwert eingeräumt werden muss

Wir wissen, dass die Ausweisung von Naturschutzgebieten den Artenrückgang nicht zu stoppen vermag, dazu sind sie an Zahl zu wenig und in der Fläche zu klein. Was außerhalb der Naturschutzgebiete den Artenrückgang beschleunigt, wird innerhalb der meisten Naturschutzgebiete bestenfalls verzögert, aber nicht aufgehoben. Die Beschlüsse der Konferenz von Rio laufen daher darauf hinaus, dass ein umfassendes Umweltmanagement entwickelt werden muss, um die Prozesse nachhaltig zu sichern, durch welche uns die Natur beständig und kostenlos lebensfreundliche Bedingungen bietet.

Immerhin findet der Artenrückgang in den größeren Naturschutzgebieten mit erheblicher Verzögerung statt. Es gibt daher keinen Grund, das Bemühen um die Ausweisung weiterer Naturschutzgebiete einzustellen, zumal nicht bekannt ist, wie schnell und wie erfolgreich das durch die Ergebnisse der Konferenz von Rio angestrebte umfassende Umweltmanagement Wirkung zeigen wird. Weltweit sind derzeit 5% der Fläche durch Naturschutzgebiete besonders geschützt, 10-20% jeder biogeographischen Repräsentativität sollten es nach Meinung aller Experten mindestens sein.

Wenn auf der einen Seite kein Zweifel besteht, dass die Erhaltung der gegenwärtig vorhandenen Artenvielfalt nicht möglich ist, so muss auf der anderen Seite klar sein, dass es darum geht, einen möglichst großen Restbestand an Arten zu erhalten. Wenn dieses Ziel, um die Bevölkerung nicht zu überfordern – indem ihr bei jeder Gelegenheit Hunderte von Artnamen genannt werden – häufig auf eine populäre Art „zugespitzt“ wird, so sollten einige Politiker doch allmählich davon Abstand nehmen, den pädagogischen Zweck dieser Vereinfachung durch Formulierungen wie „der Mensch ist wichtiger als ein Grasfrosch“ in das Gegenteil zu verdrehen! Und es sollte auch nicht darüber gestritten werden, ob der Schutz einer bestimmten Art zu rechtfertigen sei, solange ihre funktionelle Bedeutung für die zugehörige Lebensgemeinschaft nicht bewiesen ist. Wenn eine Bibliothek brennt, muss man vor dem Einsatz der Feuerwehr auch nicht beweisen, dass jedes Buch lesenswert ist.

Außerhalb der Naturschutzgebiete gibt es Landschaften oder Teile von Landschaften, deren Zustand noch

mehr oder weniger als naturnah bzw. noch mehr oder weniger dem Typ der Kulturlandschaft entsprechen, die einst durch die traditionelle Landwirtschaft entstanden sind. Wo eine besondere Unterschutzstellung wie durch die Ausweisung als Naturschutzgebiet ausgeschlossen bleiben muss, ist durch das Umweltmanagement zu entscheiden, bis zu welchem Grad dennoch Schutzmaßnahmen möglich sind, ohne die betroffene Bevölkerung wirtschaftlich zu schädigen, mit anderen Worten: die lokalen sozioökonomischen Bedingungen müssen berücksichtigt werden – nicht jedoch zu Lasten kommender Generationen.

Allgemein gültige Rezepte wird es nicht geben. Die Entscheidungen müssen vor Ort getroffen werden. Die Maxime ist klar: Sicherung der Voraussetzungen für eine nachhaltige, standortgerechte Landwirtschaft und für eine nachhaltige ländliche Entwicklung. In seinem Jahresgutachten 1999 hat der WBGU den Rahmen für ein abgestuftes Programm präsentiert. Es sieht drei Gebietskategorien vor: 1. Gruppe: „Naturschutz“: Schutz vor Nutzung, 2. Gruppe: „Mittleres Schutzniveau“: Schutz durch Nutzung und 3. Gruppe: „Wirtschaftliche Nutzung“: Schutz trotz Nutzung.

Einer der wichtigsten Gründe für die geringe Effizienz im Hinblick auf die angestrebte Verzögerung des Artenrückgangs in Naturschutzgebieten ist deren Isolation voneinander. Diesem Zustand soll entgegengewirkt werden. So fordert der WBGU in einer Presseerklärung zum Jahresgutachten 1999: „Neue Schutzgebiete sollen nach ökologischen Kriterien ausgewiesen, die vorhandenen Schutzgebiete in einen Zusammenhang gebracht und in Richtung auf ein Schutzgebietssystem entwickelt werden“. Diese Zielsetzung entspricht dem Programm „Natura 2000“, welches der Ministerrat der Europäischen Union am 5. Mai 1992 beschlossen hat. Es sieht unter Einschluss der Schutzgebiete, die bereits durch die 1979 verabschiedete Vogelschutzrichtlinie entstanden sind, ein EU-weites Schutzgebietssystem auf der Grundlage der FFH-Richtlinie (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) vor. Hauptziel der FFH-Richtlinie ist die Erhaltung der biologischen Vielfalt und die Bewahrung bzw. Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustandes der natürlichen Lebensräume und der wildlebenden Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse.

Durch die Schaffung von Biotopverbänden bietet sich eine weitere Möglichkeit an, Schutzgebiete von ihrer Isolation zu befreien. Im Umwelt-Lexikon des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen wird der Biotopverbund als eine „Vernetzung von Biotopen“ definiert, „um den auf diese Lebensräume angewiesenen Tier- und Pflanzenarten Ausbreitung und Austausch zu ermöglichen. Bei der Vernetzung der einzelnen Biotope kommt es darauf an, dass die dazwischen liegenden Acker- und Wiesenflächen möglichst umweltverträglich genutzt werden“. In seiner Regierungserklärung vom Juli

1995 hat der Bayerische Ministerpräsident Dr. Edmund Stoiber die „Schaffung eines landesweiten Biotopverbundes“ angekündigt, der in Art. 1, Abs. 2, Nr. 6 des Bayerischen Naturschutzgesetzes rechtlich verankert ist. Im Jahre 2000 hat der Bayerische Staatsminister für Landesentwicklung und Umweltfragen, Dr. Werner Schnappauf, die Ausweisung von ca. 300 Biotopverbänden angekündigt.

Die Akzeptanz aller dieser Vorhaben zur Verzögerung des Artenrückgangs lässt in der Bevölkerung noch sehr zu wünschen übrig. Unter den Gründen, die dafür in Frage kommen, dürften die folgenden besonders wichtig sein:

1. die Sorge der Landwirte, in einer ohnehin schon bestehenden schwierigen wirtschaftlichen Lage weitere Einbußen hinnehmen zu müssen,
2. die Sorge der Kommunalvertretungen, durch Reduktion der gegenwärtig besonders rasant erfolgenden Expansion von Gewerbeflächen und Freizeitanlagen wirtschaftliche Nachteile in Kauf nehmen zu müssen,
3. durch Unkenntnis der Natur im allgemeinen („Entfremdung von der Natur“) und durch Unkenntnis des Artenrückgangs und seiner Folgen, weil auch einheimische Arten kaum bekannt sind und
4. Unkenntnis über die vorliegenden umfangreichen Zusammenstellungen von Arten und Biotopen, die in den zuständigen Ministerien, in den Landesämtern für Umweltschutz, in den Naturschutzbehörden der Regierungen und der Landratsämter in jahrzehntelanger mühsamer Arbeit entstanden sind. Was man aber nicht kennt, kann man nicht schätzen, und was man nicht schätzt, kann man nicht schützen.

Sowohl die Agenda 21 als auch das „LEADER + - Programm der Europäischen Union (= Liason Entre Actions De – Economie Rurale plus) sieht die Einbindung der Bevölkerung in die Entwicklung und Ausarbeitung der jeweiligen Themen durch „Arbeitskreise“ vor. Auch inhaltlich überschneidet sich der Aufgabenbereich des LEADER + - Programms mit den Kapiteln 14 und 15 im Teil II, vor allem mit Kapitel 14 der Agenda 21: „Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft und ländlichen Entwicklung“. In Abhängigkeit von der jeweils gegebenen wirtschaftlichen Struktur und den speziellen Anforderungen und Entwicklungsmöglichkeiten kann der Rahmen des Vorhabens auf die jeweilige Region abgestimmt werden, deren Bevölkerungszahl 100.000 nicht überschreiten darf.

Regional auf die Alpen begrenzt, aber unter internationaler Beteiligung (Deutschland, Italien, Österreich, Schweiz), und auf eine breite fachliche Basis gestellt, ist das Projekt: „Gemeinde-Netzwerk Allianz in den Alpen“, welches vom Alpenforschungsinstitut, einer gemeinnützigen GmbH mit Sitz in Garmisch-Partenkirchen geleitet wird. Diese Einrichtung ist quasi eine Folge der Alpenkonvention von 1991 und der Konferenz von Rio de Janeiro (Agenda 21, Kapitel 13). Kennzeichnend ist der Ausbau des Wis-

senschafts-Praxis-Dialoges auf breiter fachlicher Basis, dessen Ergebnisse einem breiten Nutzerkreis zugänglich gemacht werden und insofern zur Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse beiträgt.

Es stimmt hoffnungsvoll, dass überall in unserem Land, in Städten und Regionen, Arbeitskreise gebildet werden, um an Ort und Stelle die Probleme lösen zu helfen, welche einer nachhaltigen Entwicklung im Wege stehen, und darüber hinaus neue Entwicklungsmöglichkeiten zu suchen, unter welchen in ländlichen Gebieten die berufliche Diversifikation der Landwirte in Zukunft immer größere Bedeutung erhalten wird. Alle diese Aktionen könnten dazu beitragen, dass die bisherige Lagerhaltung in Pro und Contra Naturschutz bzw. Wirtschaft, vertreten durch jeweils mächtige Verbände durch ein gemeinsames konstruktives Problembewusstsein ergänzt wird und eines Tages vielleicht sogar durch dieses ersetzt werden kann. Immerhin vertritt der Naturschutz im Prinzip nicht explizit die Interessen seiner Mitglieder, sondern die Interessen aller Menschen – während alle übrigen Verbände jeweils spezielle Berufsgruppen vertreten.

Es geht jedenfalls in Zukunft nicht mehr allein um Schutz auf der einen und Nutzung auf der anderen Seite, sondern um die Sicherung einer lebensfreundlichen Umwelt für die folgenden Generationen durch die Umsetzung von Zielvorstellungen, in welchen das Pro und Contra bereits in Organisationseinheiten außerhalb von Interessenverbänden verarbeitet ist, in einem Satz: Weg vom ritualisierten Streit der Lager und hin zum sachorientierten Diskurs!

Wer sich mit der Forderung nach einer „nachhaltigen Entwicklung“ auseinandersetzt, muss sich jedoch weitere Kenntnisse verschaffen, um die aufrüttelnde Überschrift zu verstehen, die der WBGU in seiner schon mehrmals erwähnten Pressemitteilung zu seinem Jahresgutachten 1999 gewählt hat: „Dramatischer Verlust biologischer Vielfalt gefährdet Chancen zukünftiger Generationen“. Welche „Chancen“ gemeint sind, ergibt sich aus der Bewertung der biologischen Vielfalt nach ökonomischen, ökologischen und ethischen Kriterien (EHRlich & EHRlich 1983, EHRlich 1992).

12. Über die Werte der biologischen Vielfalt

Beginnen wir mit ökonomischen Kriterien. Unmittelbar einzusehen ist der *Ressourcenwert* von biologischer Vielfalt. Aus Pflanzen und Tieren werden unzählige Nahrungsmittel, Baumaterialien und andere Güter gewonnen (EHRlich & EHRlich 1983). Seit alters her ist der Wert von Heilpflanzen bekannt. Laut WHO sind 80% der Weltbevölkerung von der Gesundheitsversorgung durch Heilpflanzen abhängig, und es ist bekannt, dass diese z. B. in der von der *Gesellschaft für technische Zusammenarbeit* (GTZ) betreuten Entwicklungszusammenarbeit zunehmend an Bedeutung gewinnen. Insgesamt werden weltweit

mindestens 35.000 Pflanzenarten für medizinische Zwecke eingesetzt, doch beruhen die wichtigsten industriellen Arzneimittelprodukte gegenwärtig auf der Grundlage von nur ca. 90 Arten. Durch die Fortschritte in der Biochemie und der Molekularbiologie werden seit Beginn des letzten Jahrzehnts immer schneller neue Produkte entdeckt bzw. auf ihrer Grundlage neue Produkte entwickelt.

Hierzu nun einige Beispiele (Kleine Senckenberg-Reihe 1996): Im Madagaskar-Immergrün (*Catharanthus roseus*), der bis vor kurzem nur als Gartenpflanze genutzt wurde, fanden Wissenschaftler zwei Verbindungen (*Viblastin* und *Vincristin*), die seitdem erfolgreich bei der Bekämpfung von Leukämie eingesetzt werden. Die Wurzeln von *Rauvolfia serpentina* und *Rauvolfia vomitaria* enthalten Alkaloide, aus welchen man pharmazeutische Präparate hergestellt hat, die sich als blutdrucksenkend erwiesen haben. Vor wenigen Jahren entdeckten Wissenschaftler aus dem Institut für Botanik der Universität Wien in einem Zitrusgewächs (*Glycomis*) schwefelhaltige Amide, die sich sehr wirksam als Schädlingsbekämpfungsmittel einsetzen lassen, im vorliegenden Fall gegen den gefürchteten Reisschädling *Pyricularia*, der gegen die meisten gängigen Mittel bereits resistent ist. Das zur Senkung des Cholesterinspiegels eingesetzte *Mevacor* der Firma Merck stammt aus einem Bodenpilz.

Es ist nicht immer bekannt, welche Rolle die diversen Substanzen (sog. Sekundärstoffwechselprodukte) in Bakterien, Pilzen, Pflanzen und Tieren spielen, doch weiß man aus vielen Fällen, dass sie im Laufe der Stammesentwicklung entstanden sind, um sich in einer feindlichen Umwelt zu behaupten.

Die Suche von biologischem Material „zum Zwecke der Aufbereitung für eine potentielle industrielle Nutzung“ (WBGU 1999) wird als Bioprospektierung bezeichnet. Mit dem Verlust der Artenvielfalt würden der Menschheit unzählige Substanzen verloren gehen, die sie zum Schutz oder zur Heilung von Krankheiten benötigt. Indem durch molekulare Untersuchungstechniken organische Moleküle in kleinsten Mengen identifiziert werden, können sogar die Eigenschaften einzelner Gene analysiert werden. Aus dieser Sicht ist jede Art eine Bibliothek mit vielen Tausenden von Synthesvorschriften, die in Jahrmillionen entstanden sind. Und mit jeder Art, die ausstirbt, geht eine dieser Bibliotheken unwiderruflich verloren, die meisten von ihnen noch bevor ihr Nutzen bekannt geworden ist.

Auch die *Bionik* gehört zu den ökonomischen Kriterien. Sie wird definiert als wissenschaftliche Disziplin, die sich mit der technischen Umsetzung und Anwendung von Konstruktions-, Verfahrens- und Entwicklungsprinzipien biologischer Systeme befasst. Auch hierzu sei ein Beispiel genannt: Nach dem Vorbild der in vielen Millionen Jahren in der Evolution entstandenen Oberflächen auf den Blättern der

Lotuspflanze (*Nelumbo nucifera*) ist die Herstellung von Speziallacken, Dachziegeloberflächen und Gebäudefassaden möglich, welche entsprechende Wirkungen zeigen, wie sie auf den Blättern beobachtet werden: Diese sind nicht nur extrem unbenetzbar, sondern auch hochgradig schmutzabweisend. Ursache dieser Eigenschaft ist ihre Mikrorauhigkeit, die erst mit dem Elektronenmikroskop erkannt werden kann. Man bezeichnet dieses Phänomen als Lotus-Effekt. Er wurde von Prof. Dr. W. Barthlott vom Botanischen Institut der Universität Bonn analysiert (BARTHLOTT 1996).

Bahnbrechende Arbeiten auf dem Gebiet der Bionik hat Professor Dr. W. Nachtigall vom Zoologischen Institut der Universität Saarbrücken mit seinen Mitarbeitern über viele Jahre hinweg durchgeführt und die Ergebnisse in zahlreichen Veröffentlichungen vorgestellt. Unter seinen populären Darstellungen sei auf „Das große Buch der Bionik – Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur“ (NACHTIGALL & BLÜCHEL 2001) hingewiesen. Wer dieses Buch gelesen hat, zweifelt nicht daran, dass Biodiversität eine unschätzbare „Inspirations- und Innovationsquelle für die Technik“ ist (NADER & HILL 1999, HILL & NADER 2000 und Beitrag von NADER in diesem Heft). Eine informationsreiche Abhandlung zum Thema „Bionik – Aus der Werkstatt der Natur“ ist in der Zeitschrift *natur&kosmos* erschienen; sie wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen als Sonderdruck verteilt (März 2002).

Die Bewertung der Biologischen Vielfalt unter dem Aspekt der Ökologie ergibt sich aus der bereits erwähnten Organisation und Funktion der Arten in Lebensgemeinschaften, in welchen die vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen ihnen ein wesentliches Element der Selbstregulation sind. Selbstregulation gibt es auch in der größten Organisationseinheit des Lebens: der Biosphäre (= Bereich des Planeten Erde, der von Lebewesen besiedelt ist). So ist seit über 300 Millionen von Jahren der Gehalt an Sauerstoff in der Atmosphäre bei 20,95% stabil (P. CLOUD 1990). Es ist bemerkenswert, dass bei einer Zunahme auf 25% die gesamte Landvegetation durch Feuer zerstört werden würde (LOVELOCK & LODGE 1972).

Der Kohlendioxidgehalt lag vor 160.000 Jahren etwa bei 0,02%. Er stieg dann auf ca. 0,029% (vor ca. 140.000 Jahren) um von nun an bis zum Ende der letzten Eiszeit vor etwa 10.000 Jahren auf ca. 0,02% abzufallen. Unter dem Einfluss der Bedingungen der Nacheiszeit stieg er wieder bis auf 0,029%, um dann unter dem Einfluss des Menschen (Verbrennung fossiler Energieträger, Entwaldung in den Tropen) besonders stark anzusteigen: zwischen 1800 bis zur Gegenwart von 0,029% auf über 0,035%, Tendenz weiterhin steigend.

Aus Vergleichen in der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre von Erde, Venus, Mars u.a.

Planeten haben der englische Atmosphärenforscher J.E. LOVELOCK und die amerikanische Biologin L. MARGULIS schon 1972 die Hypothese aufgestellt, dass die Erde sich durch die Eigenschaften der Biosphäre zu einem homöostatischen System entwickelt habe (GAIA-Hypothese). Heute weiß man, dass die Biosphäre ein kompliziertes Gewebe aus Rückkopplungsschleifen und Ausgleichsprozessen ist, welche die Zusammensetzung der Atmosphäre und das Geschehen in Böden und im Meer steuern. Wenn es nicht gelingt, die globalen, vom Menschen verursachten Veränderungen, wie z.B. Ozonreduktion, Temperaturerhöhung, Kohlendioxidemission und Degradation von Böden zu stoppen, würden alle Bemühungen, eine nachhaltige Entwicklung auf kontinentaler, überregionaler, regionaler und lokaler Ebene zu erreichen, scheitern.

Der Wert der biologischen Vielfalt anhand der ökonomischen und ökologischen Kriterien ergibt sich letztlich somit aus wohlverstandem Eigennutz des Menschen (Anthropozentrismus). Das gilt aber auch für den Annehmlichkeits-, Erholungs- und ästhetischen Wert. Wandern, Fischen, Jagen, Vogelbeobachtung, Tauchen und Naturphotographie u.a. hätten ohne biologische Vielfalt nicht den besonderen subjektiven Wert, der ihm aus dem unmittelbaren Erleben wächst. Und wir fühlen uns moralisch verpflichtet, unseren Nachkommen dieselben Chancen des Erlebens einzuräumen und ihnen ein reiches Entwicklungspotential (Bioprospektierung, Bionik, Pharmazie u.a.) zu hinterlassen. „Jede Organismenart ist ein einzigartiges historisches Produkt. Sie verkörpert ein genetisches Programm, das – einmal gelöscht – evolutiv nie wieder in dieser Form entstehen kann. Wenn wir als *Homo sapiens* heute andere Arten zum Verschwinden bringen, dann reißen wir damit Seiten aus einem Buch heraus, das zum größten Teil noch ungelesen und zudem in einer Sprache geschrieben ist, die wir gerade erst zu entziffern beginnen“ (WEHNER & GEHRING 1990).

Die sich aus dieser Einsicht ergebenden Konsequenzen lassen sich aber nicht aus der Naturwissenschaft ableiten. „Urteile darüber zu ermöglichen, was moralisch gut oder schlecht, wünschenswert oder nicht wünschenswert ist“ (K. JAX, in diesem Heft) ist Aufgabe der Ethik. Man kann diese Wünsche und die sich daraus ergebenden Fragen nicht einfach beiseite lassen, denn der Mensch braucht nun einmal nicht nur Wasser, Luft und Nahrung zum Leben, sondern auch Befriedigungsmöglichkeiten für ästhetische Bedürfnisse oder spirituelle Erfahrungen, die auch einen Umgang mit der Natur einschließen und insofern zu einer Naturethik führen. Naturethik d.h. Ethik des Umgangs mit Arten, Biotopen, Ökosystemen u.a., stößt aber auf schwierige Begründungsprobleme (OTT 1999). Darauf einzugehen, würde den Rahmen dieser Einleitung sprengen. Als Übersicht sei das von der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen

in der „Grauen Reihe Nr. 12“ herausgegebene Bändchen zum Thema „Biodiversität als Problem der Naturethik – Literaturreview und Bibliographie von Th. GALERT (1998) verwiesen.

13. Anlass für die Thematik des 5. Franz-Ruttner-Symposiums und kurze Inhaltsangabe der Beiträge

Als im Frühjahr 2000 die fristgerechte Meldung von FFH-Gebieten an die EU von heftigen Diskussionen begleitet war, fiel auf, dass die Gründe für die Festlegung von FFH-Gebieten kaum zur Sprache gekommen sind. Das aufrüttelnde Signal, welches von der Konferenz von Rio seinen Ausgang genommen und weltweit – nicht nur in der Europäischen Union – zu neuen Aktivitäten geführt hatte, schien am Ort des Handelns auf einen Streit hinsichtlich des Auswahlverfahrens reduziert zu sein.

Eigene Erkenntnisse und Erfahrungen aus den geführten Diskussionen und Zeitungsberichten haben wesentlich zur Aufgabenstellung für das 5. Franz-Ruttner-Symposium beigetragen. Wir, die Organisatoren, haben uns vorgenommen, einen Beitrag zu leisten, um elementare Wissenslücken zum Thema Artenvielfalt und ihre Gefährdung aufzufüllen.

Am Anfang unseres Symposiums steht der Beitrag „Evolution der Vielfalt (Volker Storch). Er informiert uns über die unglaubliche Vielfalt der Lebensformen, über ihr Kommen und Vergehen seit etwa 3,5 Milliarden Jahren, in deren Wurzeln auch die Entwicklung des Menschen ihren Anfang genommen hat.

Diese Vielfalt war nie gleichmäßig über die Erde verteilt. Auch gegenwärtig gibt es, wie wir aus eigener Erfahrung wissen, erhebliche Unterschiede, die am Beispiel der Pflanzen unter dem Thema „Räumliche und zeitliche Muster der Diversität von Pflanzen“ (Stefan Porembski) behandelt werden. Die Gründe sind vielfältig. Zu vielen naturgegebenen Gründen ist mit dem Beginn der Landwirtschaft auch der Einfluss des Menschen in auffälliger Weise hinzugekommen.

Die Arten sind aber nicht nur ungleichmäßig verteilt, sondern auch in vielfältiger Weise organisiert, in Gilden, Lebensgemeinschaften, Ökosystemen. Auch die Biosphäre ist eine Funktionseinheit des Lebendigen. Der Beitrag „Die ökosystemare Bedeutung der Biodiversität“ (Karl Eduard Linsenmair) führt in die zentralen Fragestellungen der modernen Ökologie, in welchen die Beziehungen zwischen Vielfalt und Funktion einen besonderen Stellenwert einnehmen, und es wird der Frage nachgegangen, weshalb es in der Evolution der Biosphäre den unverkennbaren Trend zu wachsender Biodiversität gegeben hat.

In den folgenden 5 Beiträgen wird der Wert der biologischen Vielfalt behandelt. Im ersten Beitrag „Der ökonomische Wert der biologischen Vielfalt“ (Stefan Baumgärtner) wird begründet, weshalb die biologi-

sche Vielfalt ein ökonomisches Gut darstellt und worin ihr Wert besteht. Auf dieser Grundlage werden die Konsequenzen für ihren Schutz abgehandelt und es wird gezeigt, welcher Beitrag von der Ökonomie für dieses Ziel geleistet werden kann.

Im Beitrag „Bionik – Was ist das?“ (Werner Nachtigall) wird dargestellt, wie in dieser verhältnismäßig jungen Wissenschaft nach dem Motto: „Natur als Vorbild“ mit der Arbeit begonnen und wie diese mit der Herstellung von Produkten beendet wird, die aber keine Nachahmung des jeweiligen Vorbildes sind, sondern durch zweckgebundene Anpassungen für den menschlichen Bedarf darüber hinausgehen.

Im Vortrag „Chemische, biologische und bionische Prospektion: Neue Wege zum Schutz biologischer Vielfalt“ (Werner Nader) wird, wie der Titel andeutet, nicht nur der Nutzen aus der biologischen Vielfalt, der anhand zahlreicher Beispiele belegt wird, sondern auch das Problem des Schutzes der Biodiversität in den Entwicklungsländern behandelt. Es ist in der Tat ein Riesenproblem, dass das größte Angebot für die chemische und biologische Prospektion in den Regenwäldern der Entwicklungsländer liegt, von diesen aber im Gegensatz zu den reichen Industrieländern nicht genutzt und sein Wertpotential nicht einmal geahnt wird mit der Folge, dass diese Wälder einem gigantischen Zerstörungsprozess ausgesetzt sind.

Im Beitrag „Ohne die Erhaltung der Biodiversität keine erneuerbaren Ressourcen!“ (Clas Naumann) wird gezeigt, dass dem Menschen nach dem Verbrauch der nicht erneuerbaren (fossilen) Ressourcen nur dann eine Chance zum Überleben bleibt, wenn es ihm gelungen ist, die Biodiversität mit ihren unzähligen Nutzungsmöglichkeiten aus erneuerbaren Ressourcen zu erhalten.

Im Beitrag „Warum soll Biodiversität geschützt werden? Das Problem der Bewertung der Biodiversität aus umweltethischer Sicht“ (Kurt Jax) wird klar gestellt, dass sich alle unsere Bewertungen, wie z.B. gut oder schlecht, wünschenswert oder nicht wünschenswert keineswegs unmittelbar aus der Naturwissenschaft ergeben, sondern aus unserer Grundstimmung. Die Ethik wird als Theorie der Moral definiert. Sie prüft unsere Bewertungen auf Kohärenz und Widerspruchsfreiheit und versucht sie unter Anwendung bestimmter methodischer Regeln zu begründen. Die Schlussfolgerung, dass der Begriff „Biodiversität“ in seiner heutigen Verwendung oft aus Fakten und Werten besteht, zeigt, dass der Ethik in den grundlegenden gesellschaftspolitischen Diskussionen ein unverzichtbarer Stellenwert zukommt.

Die folgenden 4 Beiträge befassen sich mit Beispielen aus dem Bereich Forschung und Umsetzung. Im Beitrag „Biodiversität braucht Platz“ (Stefan Halle) werden die Arten – Areal -Beziehung und die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen für die Konzepte der minimalen Populations- und Schutzge-

bietsgrößen behandelt, die im Landschaftsmanagement von besonderer Bedeutung sind.

Im Beitrag „Landnutzung und Biodiversität – Beispiele aus Mitteleuropa“ (Jörg Pfadenhauer) wird zunächst der Unterschied zwischen der vorindustriellen und der industriellen Landwirtschaft und ihrer Folgen herausgestellt. Anschließend wird die Aufgabenstellung präzisiert: Produktivität auf hohem Niveau zur Sicherung des Einkommens der landwirtschaftlichen Betriebe unter Beibehaltung der noch vorhandenen Vielfalt oder deren Förderung durch Renaturierung. Anhand von zwei Beispielen werden vielversprechende Lösungswege aufgezeigt.

Im Beitrag „Was will der Naturschutz und was sind Leistungen der Landwirtschaft für Naturschutz und Landschaftspflege“ (Wolfgang Schumacher) werden 3 Ziele des Umweltmanagements in den Vordergrund gestellt, durch welche das Berufsfeld der Landwirte eine zukunftsfähige Erweiterung erfahren hat und in Zukunft noch mehr als bisher erfahren wird: der biotische, der abiotische und der ästhetische Ressourcenschutz.

Im Beitrag „Auf dem Weg zu einem Biotopverbund, Untersuchungen, Fakten, Probleme, Empfehlungen“ (Otto Siebeck) wird am Beispiel des zu entwickelnden Biotopverbundes zwischen den Naturschutzgebieten Eggstätt-Hemhofer-Seenplatte und Seeoner Seen dargestellt, wie auf der Grundlage der Arten- und Biotopschutzkartierung des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz und den von der Unteren Naturschutzbehörde der Landratsämter Rosenheim und Traunstein betreuten Umsetzungsmaßnahmen durch „wissenschaftliche Begleituntersuchungen“ Zielvorstellungen entstanden sind, die mit den in der Agenda 21 formulierten Aufgabenstellungen im Einklang stehen.

Literatur

BARTHLOTT, W. (1996):
Natur hilft Technik – der Lotuseffekt. Informationsblatt des Botanischen Instituts der Universität Bonn.

BARTHLOTT, W.; G. KIER & J. MUTKE (1999):
Globale Artenvielfalt und ihre ungleiche Verteilung. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 215: 7-22.

BARTHLOTT, W. & M. GUTMANN (Hrsg.) (2000):
Biodiversitätsforschung in Deutschland, Potentiale und Perspektiven. Graue Reihe. Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen. Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH, 73 S.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ – LfU (Hrsg.) (1997):
Biotopkartierung in Bayern. Rother Druck GmbH München, 18 S.

BEGON M.; J.L. HARPER & C.R. TOWNSEND (1991):
Ökologie – Individuen-Populationen-Lebensgemeinschaften. Verlag Birkhäuser Basel-Boston-Berlin, 1024 S.

BRANDL, R. & R. PFEIFER (1993):
Rebhuhn und Brachvogel – vom Kulturfolger zum Kulturflüchter. In: *Rundgespräche der Kommission für Ökologie*,

Bd. 6, Dynamik von Flora und Fauna – Artenvielfalt und ihre Erhaltung. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 115-125.

BRUNDTLAND-REPORT (1987):
Our Common Future. World Commission on Environment and Development. Oxford/New York (Oxford University Press. 89 S.

BUND NATURSCHUTZ IN BAYERN e.V. (2001):
Position. Zukunft für die Landwirtschaft. Agrarpolitische Forderungen des Bundes Naturschutz. BN Service GmbH, 28 S.

BUSCH, K-F.; D. UHLMANN & G. WEISE (1989):
Ingenieurökologie, VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 488 S.

CLOUD, P. (1990):
Die Biosphäre. In: *Atmosphäre, Klima, Umwelt*, Spektrum der Wissenschaft-Verlagsgesellschaft, Heidelberg, 230 S.

CZIHAK G.; H. LANGER & H. ZIEGLER (1976):
Biologie – Ein Lehrbuch für Studenten der Biologie. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York. 837 S.

DFG DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT (1992):
Beurteilung von Pflanzenschutzmitteln in aquatischen Ökosystemen. Rundgespräche und Kolloquien. Hrsg.: R. Heitefuss. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, 173 S.

EHRlich, P. & A. EHRlich (1983):
Extinction. The Causes of the disappearance of Species. New York (Random House), 305 S.

EHRlich, P.R. (1992):
Der Verlust der Vielfalt. In: *Ende der Biologischen Vielfalt?* Hrsg.: E.O. Wilson. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, New York, 39-45.

EUROPÄISCHE COMMISSION (1998):
Understanding Biodiversity. A research agenda prepared by the European Working Group on Research and Biodiversity (EWGRB). Hrsg.: M. Catizzone, T-B. Larsson & L. Svensson. Ecosystems Research Report 25, ISBN 92-828-4279-7, 118 S.

FABIAN, P. (1992):
Atmosphäre und Umwelt. 4. Auflage Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 144 S.

GALERT Th. (1989):
Biodiversität als Problem der Naturethik. Literaturreview und Bibliographie. Graue Reihe 12. Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen, Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH, 118 S.

GILBERT, J.J. & R. S. STEMBERGER (1984):
Asplanchna – induced polymorphism in the rotifer *Keratella slacki*. *Limnol. Oceanogr.* 29: 1309-1316.

GIEICH, M.; D. MAXEINER, M. MIERSCH & F. NICOLAY (2000):
Life Counts – Eine globale Bilanz des Lebens. Berlin Verlag, 287 S.

HABER, W. (1990):
Einführung in das Rundgespräch „Welche Natur wollen wir schützen?“ In: *Rundgespräche der Kommission für Ökologie „Welche Natur wollen wir schützen?“* Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 11-14.

———— (1992):
Naturschutz und Landschaftspflege – Ursprünge, Gegenwartsprobleme und Zukunftsperspektiven aus naturwissenschaftlicher Sicht. In: *Umwelt- und Technikrecht 20*, Hrsg.: R. Breuer, M. Kloepfer, P. Marburger u. M. Schröder, R.v. Decker's Verlag G. Schenck, 5.27.

- HABER, W. & J. SALZWEDEL (1992):
Umweltprobleme der Landwirtschaft – Sachbuch Ökologie. Hrsg.: Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, J.B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung u. Carl Ernst Poeschel Verlag GmbH, Stuttgart, 176 S.
- HANK, K. & H. TRENKEL (1994):
Zukünftige Erscheinungsformen landwirtschaftlicher Betriebe – Eine Prognose mit Hilfe der Delphi-Technik. Ber. über Landwirtschaft, 72: 123-145.
- HAVEL, J.E. & S.I. DODSON (1984):
Chaoborus predation on typical and spined morphs of *Daphnia pulex*: Behavioral observations. Limn. Oceanogr. 29: 487-494.
- HILL, B. & W. NADER (2000):
Biologische Systeme, eine unerschöpfliche Innovationsquelle. In: Biologie in unserer Zeit, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 30, 2: 88-96.
- KAULE, G. (1986):
Arten- und Biotopschutz. UTB Große Reihe. Verlag Ulmer Stuttgart, 461 S.
- KLEINE SENCKENBERG-REIHE 22 (1996):
Agenda Systematik 2000, Erschließung der Biosphäre – Eine weltumspannende Initiative zur Entdeckung, Beschreibung und Klassifizierung aller Arten der Erde. Hrsg.: F. Steininger, Verlag Waldemar Kramer, Frankfurt a. Main, 55 S.
- KNAPP, H.D. (2000):
Geschichte des Naturschutzes. In: Naturschutz in Entwicklungsländern. Neue Ansätze für den Erhalt der biologischen Vielfalt. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Bundesamt für Naturschutz (BfN) & Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm. Max Kasperek Verlag Heidelberg, 27-46.
- KOCH, W. (1993):
SO₂ einst und jetzt – im Zusammenhang mit Waldschäden. Rundgespräche der Kommission für Ökologie. In: Probleme der Umweltforschung in historischer Sicht. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München. 7: 95-106.
- LAMPERT, W.; R. TOLLRIAN & H. STIBOR (1994):
Chemische Induktion von Verteidigungsmechanismen bei Süßwassertieren. Naturwissenschaften 81: 375-382.
- LAMPERT, W. (1992):
Der Stand der aquatischen Ökotoxikologie – aus der Sicht eines Ökologen. In: Beurteilung von Pflanzenschutzmitteln in aquatischen Ökosystemen. Hrsg: DFG Rundgespräche und Kolloquien. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, 147-161.
- LINSENMAIR, K. E. (1995):
Biologische Vielfalt und ökologische Stabilität. In: Wissenschaft in der globalen Herausforderung, Hrsg.: H. Markl, Edition Universitas, S. Hirzel, Wissenschaftl. Verlagsges. Stuttgart, 267-295.
- LOVELOCK, J.E. & J.P. LODGE (1972):
Oxygen in the contemporary atmosphere. Atmospheric environment, 6: 575-578.
- MARKL, H. (1986):
Natur als Kulturaufgabe – Über die Beziehungen des Menschen zur lebendigen Natur, Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart, 391 S.
- MAYR, E. (1979)
Evolution und die Vielfalt des Lebens. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 275 S.
- MILLER, T.G. (1995):
Environmental Science. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California, A Division of Wadsworth, Inc., 539 S.
- MOHR, H. (1995):
Qualitatives Wachstum – Lösung für die Zukunft. Weinbrecht Verlag In: K. Thienmanns Verlag, Stuttgart u. Wien, 240 S.
- MYERS, N. (1992):
Tropische Wälder und ihre Arten: Dem Ende entgegen? In: Ende der biologischen Vielfalt? Hrsg.: E.O. Wilson, Spektrum Akademischer Verlag GmbH Heidelberg, 46-52.
- NACHTIGALL, W. & K.G. BLÜCHEL (2001):
Das große Buch der Bionik 2. Aufl. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart-München, 399 S.
- NADER, W. & B. HILL (1999):
Der Schatz im Tropenwald, Biodiversität als Inspirations- und Innovationsquelle. Shaker Verlag, 54 S.
- NISBET, E.G. (1991):
Leaving Eden. To protect and manage the Earth. Cambridge University Press, 440 S.
- (1994):
Globale Umweltveränderungen: Ursachen, Folgen, Handlungsmöglichkeiten, Klima, Energie, Politik. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford, 445 S.
- NORTON, B.G. (1986):
Hrsg. The Preservation of Species: The Value of Biological Diversity, Princeton/NY. Princeton Univ. Press.
- OTT, K. (1999):
Ethik und Naturschutz. In: Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege. Hrsg: W. Konold, Böcker, R. & Hampe, U., ecocom Landsberg, II-7: 1-17.
- PATZIG, G. (1995):
Kann die Natur Quelle moralischer Normen sein? In: Gut und Böse in der Evolution, Hrsg.: S. M. Daecke & C. Bresch, Edition Universitas, S. Hirzel, Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft Stuttgart, 85-98.
- RIPL, W. (1995):
Nachhaltige Bewirtschaftung von Ökosystemen aus wasserwirtschaftlicher Sicht. In: Nachhaltigkeit aus naturwissenschaftlicher und sozialwissenschaftlicher Perspektive, Hrsg.: P. Fritz, J. Huber & H.W. Levi, Edition UNIVERSITAS, S. Hirzel, Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft Stuttgart, 69-80.
- RÖCK, H. (1998):
Eiswissen und Lernkurve. Natur, Menschheit, Technik. Verlag A. Erdl OHG, Trostberg, 186 S.
- SENCKENBERGISCHE NATURFORSCHENDE GESELLSCHAFT (1997):
Biodiversitätsforschung – Ihre Bedeutung für Wissenschaft, Anwendung und Ausbildung, Fakten, Argumente und Perspektiven. Hrsg.: Prof. Dr. Fritz Steininger, 68 S.
- STUMM, W. (1978):
Die Beeinträchtigung aquatischer Ökosysteme durch die Zivilisation.- In: Verhandl. der Gesell. Deutsch. Naturf. u. Ärzte, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 25-33.
- TOLLRIAN, R. & S.I. DODSON (1999):
Predator induced defenses in cladocerans. In Tollrian, R. & C.D. Harvell (Eds.), Ecology and Evolution of Inducible Defenses. Princeton University Press, Princeton, NY, 177-202.
- TOLLRIAN, R. & C.D. HARVELL (Eds.) (1999):
The Ecology and Evolution of Inducible Defenses. Princeton University Press, Princeton, NY. 383 S.
- TREPL, L. (1986):
Geschichte der Ökologie. Vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Athenäum, Frankfurt a. Main (Athenäum Taschenbücher), 280 S.

- WEHNER, R. & W. GERING (1990):
Zoologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 816 S.
- WEIZSÄCKER VON, E.U. (1989):
Erddpolitik, Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum
Jahrhundert der Umwelt. Wissensch. Buchgesellschaft,
Darmstadt, 295 S.
- WIESER, W. (1993):
Wandlungen ökologischer Konzepte. In: Rundgespräche
der Kommission für Ökologie. Hrsg. Bayer. Akad. d. Wis-
sensch.: Probleme der Umweltforschung in historischer
Sicht. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 15-19.
- WILSON, E. O. (1992):
Der Wert der Vielfalt. Die Bedrohung des Artenreichtums
und das Überleben des Menschen. Piper Verlag GmbH,
München, 512 S.
- (Hrsg.) (1992):
Ende der biologischen Vielfalt? Spektrum Akademischer
Verlag, Heidelberg, Berlin, New York, 557 S.
- WBGU (= Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung)
(1994):
Welt im Wandel – Die Gefährdung der Böden, Economica
Verlag, Bonn, 287 S.
- (1999):
Welt im Wandel – Erhaltung und nachhaltige Nutzung der
Biosphäre, Metropolis Verlag GmbH, Marburg, 149 S.
- WISSEL, Ch. (1995):
Nachhaltigkeit aus der Sicht der ökologischen Modellie-
rung In: Nachhaltigkeit in naturwissenschaftlicher und so-
zialwissenschaftlicher Perspektive. Edition UNIVERSI-
TAS, Hrsg.: P. Fritz, J. Huber, J. & H.W. Levi, Wissen-
schaftl. Verlagsgesellsch. Stuttgart, 127-131.
- YASUNO, M.; T. HANAZATO, T. IWAKUMA, K. TAKA-
MURA, R. UENO & N. TAKAMURA (1988):
Effects of permethrin on phytoplankton and zooplankton in
an enclosure ecosystem in a pond. *Hydrobiologia* 159: 247
258.

Anschrift des Verfassers:

Univ.Prof. Dr. Hans Otto Siebeck
ARGE Biotopverbund
Am Mühlberg 23a
D-83093 Bad Endorf

Zum Titelbild:

Das Titelbild symbolisiert den Planeten Erde mit seiner Vielfalt an Pflanzen und Tieren und die besondere Stellung des Menschen. Als Homo sapiens ist es ihm gelungen, sich von zahlreichen lebenserschwerenden Zwängen der Natur zu befreien und sich eine eigene kostenintensive Welt zu schaffen. In wenigen hundert Jahren ist der Mensch vom physiologisch unbedeutenden Konsumenten zu einem globalen Manipulator geworden, durch welchen die Vielfalt des Lebens in erschreckendem Maße vermindert wird. Diese Entwicklung gefährdet die Erhaltung der uns seit Millionen von Jahren kostenlos zur Verfügung stehenden lebensfreundlichen Eigenschaften der natürlichen Umwelt.

(Titelbildmontage: H. O. Siebeck)

Die Veranstaltung und vorliegende Broschüre wurden mit Mitteln der Europäischen Union gefördert.

Laufener Seminarbeiträge 2/02

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

ISSN 0175 - 0852

ISBN 3-931175-67-7

Die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ist eine dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen angehörende Einrichtung.

Die mit dem Verfassernamen gekennzeichneten Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung der Herausgeber wieder. Die Verfasser sind verantwortlich für die Richtigkeit der in ihren Beiträgen mitgeteilten Tatbestände.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der AutorInnen oder der Herausgeber unzulässig.

Schriftleitung: Dr. Notker Mallach (ANL, Ref. 12) in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Otto Siebeck

Satz: Christina Brüderl (ANL)

Farbseiten: Fa. Hans Bleicher, 83410 Laufen

Redaktionelle Betreuung: Dr. Notker Mallach (ANL)

Druck und Bindung: Lippl Druckservice, 84529 Tittmoning

Druck auf Recyclingpapier (100% Altpapier)