

Der ökonomische Wert der biologischen Vielfalt

STEFAN BAUMGÄRTNER¹

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Universität Heidelberg
Grabengasse 14, D-69117 Heidelberg, baumgaertner@uni-hd.de

veröffentlicht in: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.). *Grundlagen zum Verständnis der Artenvielfalt und seiner Bedeutung und der Maßnahmen, dem Artensterben entgegen zu wirken* (Laufener Seminarbeiträge 2/02). Laufen/Salzach, 2002. Pp. 73-90.

Zusammenfassung

Die Ökonomik analysiert die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse mit knappen Mitteln. Die biologische Vielfalt befriedigt in vielfältiger Weise menschliche Bedürfnisse. Gleichzeitig ist sie ein knappes Gut. Aus diesen beiden Gründen kann man sie als ökonomisches Gut auffassen und ihr einen ökonomischen Wert zusprechen (vgl. Abschnitt 1). Im Konzept des ökonomischen Gesamtwerts kommen die unterschiedlichen Nutzungs- und Wertschätzungsaspekte der Ressource Biodiversität zum Ausdruck (vgl. Abschnitt 2). Insbesondere umfasst der ökonomische Gesamtwert nicht nur den kommerziellen Wert im Sinne des direkten Gebrauchswerts von auf Märkten gehandelten Produkten, sondern er umfasst auch den Wert der indirekten Nutzung, den Optionswert einer potenziellen zukünftigen Nutzung und den von jeder tatsächlichen oder potenziellen, direkten oder indirekten Nutzung unabhängigen Existenzwert. Mit Hilfe des Konzepts des ökonomischen Gesamtwerts lassen sich die fundamentalen Ursachen des gegenwärtigen Verlusts an Biodiversität identifizieren (vgl. Abschnitt 3): Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum, Marktversagen, Staatsversagen und fundamentales Unwissen. Weiterhin kann die Ökonomik mit dem Bewertungsansatz einen methodischen Rahmen zur Verfügung stellen, in dem man die Frage ‚Welche Arten und Populationen sollen in welchem Umfang geschützt werden?‘ diskutieren und auf der Grundlage wissenschaftlicher Kriterien entscheiden kann (vgl. Abschnitt 4). Dies ermöglicht eine Priorisierung von Schutzziele.

¹ Ich bedanke mich bei FRANK SCHWEGLER, dessen Diplomarbeit *Biodiversität als ökonomisches Gut* (Universität Heidelberg, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, 1999) mir wertvolle Anregungen für die Auseinandersetzung mit diesem Thema gegeben hat. Die Abschnitte 1 und 2 dieses Aufsatzes folgen Teilen dieser Arbeit. Dank auch an die Teilnehmer des interdisziplinären Workshops *Biodiversität als ökologische und ökonomische Ressource* (Oberflockenbach/Odenwald, Juli 2000) für die stimulierenden Diskussionen sowie an die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG für die finanzielle Förderung dieses Workshops im Rahmen des Graduiertenkollegs *Umwelt- und Ressourcenökonomik*.

Der Stellenwert, den die internationale Staatengemeinschaft der Erhaltung der Biodiversität mittlerweile beimisst, wird an der Konvention über die biologische Vielfalt deutlich, die auf der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro von 156 Staaten unterzeichnet wurde (BMU 1992). In der Präambel dieses Übereinkommens wird der Biodiversität und ihren Bestandteilen neben einem Eigenwert und anderen Werten (z.B. ökologischen, kulturellen und spirituellen) auch explizit ein ökonomischer Wert zugesprochen.

Ich möchte in diesem Aufsatz darstellen, worin der ökonomische Wert der biologischen Vielfalt besteht. Damit will ich in keiner Weise die Bedeutung der anderen Wertdimensionen leugnen oder herabsetzen. Vielmehr möchte ich zeigen, dass eine Betrachtung des ökonomischen Werts der biologischen Vielfalt wichtige Einsichten in das Problem des gegenwärtigen Verlustes an biologischer Vielfalt liefern kann. Insbesondere will ich im folgenden *konzeptuell* darstellen,

- (i) inwiefern man Biodiversität als ein ökonomisches Gut auffassen kann (Abschnitt 1),
- (ii) worin ihr ökonomischer Wert besteht (Abschnitt 2),
- (iii) wie man in dieser ökonomischen Sichtweise, den gegenwärtig zu beobachtenden dramatischen Verlust an biologischer Vielfalt erklären kann (Abschnitt 3) und
- (iv) welche Bedeutung die ökonomische Bewertung für den Schutz von Biodiversität hat (Abschnitt 4).

Abschließend möchte ich, als Fazit und Ausblick, die Frage beantworten, welchen Beitrag die Ökonomik zur Erhaltung der biologischen Vielfalt leisten kann (Abschnitt 5).

1. Biologische Vielfalt als ökonomisches Gut

Untersuchungsgegenstand der Wirtschaftswissenschaften ist, gemäß einer klassischen Definition von ROBBINS (1932), die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse mit knappen Mitteln, welche auf unterschiedliche Weise verwendet werden können.² Tatsächlich kann die biologische Vielfalt als ein ökonomisches Gut angesehen werden. Denn zum einen befriedigt sie in vielfältiger Weise menschliche Bedürfnisse. Das bedeutet, Biodiversität hat einen ökonomischen Nutzen. Zum anderen ist Biodiversität auch knapp und kann in unterschiedlicher Weise genutzt werden. Beide Aspekte sollen im folgenden kurz erläutert werden.

1.1 Bedürfnisbefriedigung

Biologische Vielfalt und ihre einzelnen Bestandteile sind in mannigfaltiger Weise geeignet, menschliche Bedürfnisse zu befriedigen. Das mögen die folgenden Beispiele illustrieren.

Ernährung und Ernährungssicherung

Ein Großteil der heute verwendeten Nahrungsmittel kommt von domestizierten Pflanzen- und Tierarten, die ursprünglich von wilden Arten abgeleitet wurden. Von den 240.000 bekannten (Gefäß-)Pflanzenarten sind schätzungsweise 25% essbar (GBA 1995b: 13), also ca. 60.000. Davon dienten im Verlauf der menschlichen Geschichte nur ungefähr 3.000 Arten als Nahrung, lediglich 150 Arten wurden jemals in größerem Maßstab kultiviert, und weniger als 20 befriedigen über 90 Prozent des gesamten menschlichen Nahrungsbedürfnisses (MYERS 1989:

² „Economics is the science which studies human behaviour as a relationship between ends and scarce means which have alternative uses“ (Robbins 1932).

54). Der größte Anteil entfällt dabei auf die vier wichtigsten Arten, nämlich Weizen, Mais, Reis und Kartoffeln, die alleine über 50 Prozent des Bedarfs an pflanzlicher Nahrung abdecken (PLOTKIN 1988: 107).

Neben der Spezialisierung auf wenige Arten wird die genetische Vielfalt der Nutzpflanzen und -tiere aber auch innerhalb der einzelnen Arten durch die Verwendung einiger weniger Hochleistungssorten permanent eingeschränkt. Diese werden im Rahmen der Züchtung auf die Erfüllung gewisser vom Menschen bevorzugter Eigenschaften, insbesondere großer und homogener Rohproduktmengen, künstlich selektiert. Diese Entwicklung führt dazu, dass in vielen Ländern, in denen in der Vergangenheit eine Vielzahl unterschiedlicher Sorten angebaut wurden, heute nur noch wenige Verwendung finden. Beispielsweise wurde die Zahl der angebauten Reissorten in Sri Lanka von 2.000 im Jahr 1959 auf heute nur noch 5 reduziert (SWANSON 1994: 26f.).

Diese Spezialisierung führt zwar zu deutlich höheren Durchschnittserträgen pro bebauter Fläche, sie geht allerdings auch mit einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber Krankheiten, Schädlingen oder extremen Wetterverläufen einher. Um nachteilige Auswirkungen aufgrund dieser Anfälligkeiten zu vermeiden, und auch um die Erträge für die Nahrungsbedürfnisse einer wachsenden Weltbevölkerung weiter zu steigern, ist die moderne Landwirtschaft zwingend auf das Einkreuzen von genetischem Material aus wilden Sorten angewiesen, das in natürlichen Ökosystemen vorhanden ist. Diese Arten entwickeln sich unter weitgehend natürlichen Bedingungen und können daher ständig neue Abwehrmechanismen gegen die Schädlinge und Krankheiten, welche sie befallen, hervorbringen (EHRlich UND EHRlich 1981: 65). Gleichzeitig stellen sie das genetische Rohmaterial für andere wünschenswerte Eigenschaften bereit. Als Beispiel seien hier die Versuche genannt, die Eigenschaften von salztoleranten Pflanzen, den sogenannten Halophyten, auf konventionelle Arten zu übertragen, was einen enormen Zugewinn an potenzieller Anbaufläche sowie die Möglichkeit zur Bewässerung mit Salzwasser ermöglichen würde (MYERS 1983: 54). Deshalb stellen sie ein Reservoir an genetischer Diversität dar, dessen Erhaltung für die langfristige Ernährungssicherung von entscheidender Bedeutung ist.

Medikamente

Die natürliche biologische Vielfalt leistet einen wichtigen Beitrag zur Versorgung der Menschheit mit Medikamenten. Ihr besonderer Nutzen in diesem Bereich rührt daher, dass die verschiedenen Organismen in ihrer biotischen Umwelt eine Anzahl von Überlebensstrategien herausgebildet haben, die sich im Laufe der Evolution als erfolgreich erwiesen haben. Diese Strategien, welche sich in der Entwicklung biologisch aktiver Chemikalien manifestieren, sind häufig auch für den Menschen von Nutzen, da er sich in demselben natürlichen System im Wettbewerb mit denselben anderen Lebensformen durchsetzen muss (SWANSON 1996: 3). Bereits heute ist der Mensch bei der Versorgung mit Pharmaka in großem Umfang auf wildlebende Organismen angewiesen. MYERS (1997: 263) schätzt, dass etwa ein Viertel aller Arzneimittel pflanzlichen Ursprungs sind und ein weiteres Viertel Tieren und Mikroorganismen entstammt.

Man kann drei verschiedene Ansätze unterscheiden, wie Pflanzen- oder Tierarten innerhalb der Pharmaindustrie genutzt werden (SWANSON ET AL. 1992: 434). Erstens besteht die Möglichkeit, aus Pflanzen oder Tieren isolierte Bestandteile direkt als therapeutische Substanzen zu verwenden. Beispielsweise können aus Schlangengiften verschiedene Substanzen isoliert werden, die gerinnungshemmende und -fördernde Wirkung haben und zur Regulation und Diagnostik von Bluterkrankungen eingesetzt werden (HALL 1992: 380). Zweitens können Bestandteile von Pflanzen oder Tieren als Basis für die Synthetisierung von Medikamenten verwendet werden. Drittens können Bestandteile von Pflanzen oder Tieren als natürliches

Vorbild für die Synthetisierung von Medikamenten im Labor dienen. Das bekannteste Beispiel unter diesen Medikamenten ist Aspirin, das ursprünglich aus den Blättern von Weiden hergestellt wurde, heute jedoch durch Synthese kostengünstiger herzustellen ist. Im Jahr 1993 waren ungefähr 80% der 150 in den USA am häufigsten verschriebenen Medikamente synthetische Präparate, die nach Vorbild natürlicher Wirkstoffe entworfen worden waren, halbsynthetische Wirkstoffe aus natürlichen Produkten oder, in einigen wenigen Fällen, natürliche Produkte (GBA 1995b: 14).

Weltweit werden 119 chemische Reinsubstanzen als Medikamente genutzt, die aus weniger als 90 Pflanzenarten extrahiert werden (FARNSWORTH 1988: 93). Im Jahr 1993 betrug der weltweite Umsatz mit Medikamenten auf Basis pflanzlicher Wirkstoffe 59 Milliarden US\$ (ten Kate 1995).³ Zieht man in Betracht, dass diese erfolgreichen Medikamente gefunden wurden, obwohl erst 5.000 der geschätzten 240.000 Gefäßpflanzen vollständig wissenschaftlich auf ihre Eignung als Medikament untersucht wurden (OLDFIELD 1992: 3250), so wird das bedeutende Potenzial deutlich, welches durch die biologische Vielfalt für die Entwicklung neuer Medikamente gegeben ist. Dieses Potenzial ist gegenwärtig Gegenstand großer kommerzieller Erwartungen und wird im Rahmen der sogenannten Bioprospektierung gezielt erschlossen (MATEO ET AL. 2000).

Industrielle Rohstoffe

Auch in ihrer Funktion als Rohstofflieferant für die Industrie leistet die Biodiversität einen wichtigen Beitrag zum menschlichen Wohlstand, welcher mit der zunehmenden Verknappung von nicht erneuerbaren Ressourcen (z.B. mineralischen Erzen) immer wichtiger wird. Verschiedene Holzarten, Rattan, Gummi, Fette, Öle, Wachse, Harze, pflanzliche Farbstoffe, Fasern und viele andere Rohstoffe werden aus lebenden Organismen gewonnen und finden in sehr vielen Bereichen Anwendung (MYERS 1983: 146ff.). Die biologische Vielfalt stellt einen Vorrat an weiteren vielversprechenden Nutzarten dar, welche möglicherweise in der Zukunft als industrielle Rohstoffe Verwendung finden können. Insbesondere für die chemische Industrie sind aus lebenden Organismen gewonnene Substanzen verstärkt von Interesse. Man schätzt, dass diese Branche bereits heute über 10% ihrer gesamten Rohstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft gewinnt (MANN 1998: 60). Der größte Teil besteht zwar nach wie vor aus Erdöl, allerdings scheint aufgrund der Endlichkeit der fossilen Erdölvorräte die Substitution dieser Ressource durch pflanzliche Ressourcen für die chemische Industrie immer wichtiger zu werden (MYERS 1983: 147).

Wissenschaft und Bioindikatoren

Neben den bisher angesprochenen Nutzungsmöglichkeiten kommt der biologischen Vielfalt auch eine wichtige Rolle als Quelle neuer Erkenntnisse und als Forschungsmodell in der Wissenschaft zu. Beispielsweise können in der medizinischen Forschung viele Arten Hinweise auf die Herkunft und Natur verschiedener menschlicher Leiden geben (MYERS 1983: 120). So konnten Rundschwanzseekühe, welche Blut mit schlechten Gerinnungseigenschaften besitzen, die Erforschung der Bluterkrankheit (Hämophilie) unterstützen. Das Gürteltier und der

³ Die drei umsatzstärksten Pharmaka aus wildlebenden Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen waren dabei im Jahr 1997 (WMPQ 1999): (1) Zocor, ein von Merck & Co. vertriebener Cholesterinsynthese-Hemmer nach dem Vorbild des Wirkstoffes Lovastatin aus dem Pilz *Aspergillus terrestris* (Umsatz: 3,6 Milliarden US\$), (2) Vasotec, ein ebenfalls von Merck & Co. vertriebener ACE-Hemmer, der aus einem Peptid im Gift der Lanzenotter (*Bothrops jararaca* oder *athrox*) entwickelt wurde (Umsatz: 2,5 Milliarden US\$), und (3) Augmentin, ein von Smith Kline Beecham vertriebenes Medikament (Umsatz: 1,5 Milliarden US\$), dessen Wirkstoff Co-Amoxiclav eine Kombination eines Beta-Lactamase-Hemmers aus dem Bakterium *Streptomyces lavuligerus* und des halbsynthetischen Antibiotikums Amoxicillin (*Penicillium spp.* oder *Aspergillus spp.*) ist.

Mangabenaffe sind die einzigen Arten neben dem Menschen, die an Lepra erkranken können und liefern daher wichtige Beiträge zur Erforschung dieser Krankheit.

Eine eigene Wissenschaftsdisziplin, die Bionik, beschäftigt sich mittlerweile mit der systematischen Übertragung von Problemlösungen, welche innerhalb von Millionen von Jahren in der Natur entwickelt und optimiert wurden, in den Bereich der Technik (HILL 1997, NADER UND HILL 1999). Die biologische Vielfalt dient hier also als Vorbild für technische Entwicklungen.

Eine weitere Nutzungsform der biologischen Vielfalt liegt in der Bioindikation. Darunter versteht man die Messung von Veränderungen an Organismen bzw. Ökosystemen, welche durch anthropogene Umwelteinflüsse hervorgerufen werden (ARNDT ET AL. 1987: 16). Aufgrund dieser Veränderungen lässt sich die Existenz von Schadstoffen in den verschiedenen Umweltmedien (Luft, Boden, Wasser) nachweisen, was auf dem Wege einer technisch-apparativen Messung häufig nur mit deutlich höherem Aufwand möglich wäre (HAMPICKE 1991: 30). So kann man beispielsweise den Schwermetallgehalt der Atmosphäre anhand ihrer Anreicherung in Moosen abschätzen (ARNDT ET AL. 1987: 57ff.) und Algen werden als Indikatoren für die Belastung von aquatischen Ökosystemen mit organischen Stoffen und Schwermetallen verwendet (ARNDT ET AL. 1987: 277ff.).

Ästhetische Befriedigung und Erholung

Ohne Zweifel befriedigen Ökosysteme und Lebewesen auch unter ästhetischen Gesichtspunkten menschliche Bedürfnisse. Die Schönheit vieler Vögel, Schmetterlinge, tropischer Fische, Blütenpflanzen etc. steht außer Frage und ist sicherlich in der Lage, das menschliche Bedürfnis nach Ästhetik zu befriedigen. Dies offenbart sich in Form ganz unterschiedlicher Freizeitaktivitäten wie z.B. Naturfotografie, Schmetterlingsammeln oder Sporttauchen (EHRlich UND EHRlich 1992: 220). Aber auch unscheinbare und kleinere Arten sind durchaus in der Lage, durch besondere Merkmale, ihre Komplexität oder außergewöhnliches Verhalten ihre Betrachter zu faszinieren. EHRlich UND EHRlich (1981: 38) sprechen hier von der „Schönheit des Interesses“. In diesem Zusammenhang sind gerade die Mannigfaltigkeit und die Unterschiede zwischen den einzelnen Arten und Populationen von entscheidender Bedeutung (EHRlich UND EHRlich 1981: 42).

Einen Anhaltspunkt für die tatsächlich vorhandene Wertschätzung, die der biologischen Vielfalt in ihrer Erholungsfunktion entgegengebracht wird, können die wachsenden Ausgaben für Ökotourismus herangezogen werden. Nach einer Schätzung der Weltbank belaufen sich die weltweiten Umsätze für Tourismusaktivitäten auf 2 Billionen US\$ jährlich. Ökotourismus ist dabei eine der am schnellsten wachsenden Tourismussparten. 1988 nahmen weltweit ungefähr 235 Millionen Menschen an ökotouristischen Aktivitäten teil. Daraus resultierten Umsätze von schätzungsweise 233 Milliarden US\$ (GBA 1995b: 16).

Ökosystemdienstleistungen

Ökosysteme generieren eine Reihe von Funktionen und Prozessen, die letztlich auch menschliche Konsum- und Produktionsbedürfnisse befriedigen. Die gesamte Bandbreite dieser sogenannten „Ökosystemdienstleistungen“ (DAILY 1997a: 3) kann in drei Hauptkategorien unterteilt werden.

Erstens unterstützen Ökosystemdienstleistungen menschliche Produktionsaktivitäten. Beispielsweise tragen verschiedene Lebewesen entscheidend zur Neubildung von Böden, zur Erhaltung der Fruchtbarkeit von Böden und zur Verhinderung von Bodenerosion bei. Sie erfüllen damit wichtige Funktionen für Land- und Forstwirtschaft. Daneben wandeln verschie

dene Arten von Mikroorganismen die im Boden enthaltenen Nährstoffe (Stickstoff, Schwefel, Phosphor etc.) in eine Form um, in der sie von den höheren Pflanzen verarbeitet werden können. Für die Landwirtschaft weiterhin wichtig ist die Kontrolle der überwiegenden Mehrheit der landwirtschaftlichen Schädlinge durch ihre natürlichen Feinde (NAYLOR UND EHRLICH: 1997: 151ff.) sowie die Bestäubung der in der Landwirtschaft kultivierten und der wildwachsenden Vegetation (NABHAN UND BUCHMANN 1997: 133ff.).

Zweitens dienen Ökosysteme als Senken für verschiedene Abfallprodukte der menschlichen Konsum- und Produktionsaktivitäten. Diese werden aufgenommen, umgewandelt und damit teilweise unschädlich oder sogar wieder verwertbar gemacht (MUNASINGHE 1992: 228). Beispielsweise zerlegen die im Boden lebenden Destruenten organische Abfallstoffe in einfachere anorganische Bestandteile, die dann wieder als Nährstoffe für grüne Pflanzen dienen können. Auch die in aquatischen Ökosystemen lebende Bakterien sind wichtige Destruenten, deren Fähigkeit, Abfälle abzubauen, man sich heute in Kläranlagen zunutze macht (EHRLICH UND EHRLICH 1992: 222). Schließlich sind die lebenden Bestandteile der Ökosysteme auch an dem Abbau von Schädlingsbekämpfungsmitteln und Luftschadstoffen beteiligt (IUCN 1990: 32).

Drittens erfüllen Ökosysteme unersetzliche Lebenserhaltungsfunktionen, ohne die das Leben auf der Erde nicht in seiner heutigen Form fortbestehen könnte oder möglicherweise vollständig ausgelöscht würde (MUNASINGHE 1992: 228). Zu diesen lebenserhaltenden Ökosystemdiensten gehört beispielsweise die Beibehaltung der Zusammensetzung der Atmosphäre (Sauerstoff-, Stickstoff- und Kohlendioxidgehalt;⁴ Existenz einer vor UV-Strahlung schützenden Ozonschicht), die Umwandlung von Solarenergie in Biomasse, d.h. in eine Form, in der sie über die Nahrungskette auch von nicht Photosynthese betreibenden Lebewesen genutzt werden kann, Regulierung des Wasserablaufs und Wasserkreislaufs, die Regulierung des lokalen und globalen Klimas oder die Aufrechterhaltung der Elementkreisläufe (Stickstoff, Schwefel, Phosphor etc.) (EHRLICH UND EHRLICH 1981: 86, EHRLICH UND EHRLICH 1992: 221f., IUCN 1990: 32).

Welche Rolle Biodiversität für die Fähigkeit von Ökosystemen, all diese Dienstleistungen hervorzubringen und ihre Funktionsfähigkeit auch unter Störungen der Umweltbedingungen beizubehalten, spielt, ist immer noch Gegenstand wissenschaftlicher Erforschung. Einerseits gibt es einige Arten, deren Bedeutung für die Funktionsfähigkeit von Ökosystemen weit über ihre relative Häufigkeit im Ökosystem hinausgeht, wie z.B. die Mykorrhiza Pilze für die Aufnahme von Nährstoffen aus dem Boden durch Pflanzen (VAN DER HEIJDEN ET AL. 1998).⁵ Der Verlust dieser sogenannten „Schlüsselarten“ (BOND 1993: 237ff.) würde zwangsläufig den Verlust weiterer Arten nach sich ziehen und die Funktionsfähigkeit eines Ökosystems stark reduzieren. Dagegen weisen andere Arten in den Funktionen, welche sie innerhalb ihrer Lebensgemeinschaften ausüben, ein hohes Maß an Überschneidungen auf. In der Literatur werden diese Arten häufig als „Passagierarten“ (HOLLING ET AL. 1995: 67) oder als „redundant“ (LAWTON UND BROWN 1993) bezeichnet. Der Verlust einer solchen Art kann somit durch eine andere Art kompensiert werden (GBA 1995a: 289). Nach heutigem Kenntnisstand ist zumindest kurzfristig eine kleine Anzahl von Schlüsselarten und physikalischen Prozessen dafür

⁴ Der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre, der seit ca. 350 Millionen Jahren vor allem aufgrund der Existenz grüner Pflanzen konstant bei knapp 21% liegt (HEINTZ UND REINHARD 1993: 11-16), ist nicht nur wichtig als wesentlicher Bestandteil der „Luft zum Atmen“. Ein Absinken dieses Anteils auf 15% würde dazu führen, dass selbst trockenes Holz nicht mehr brennen würde, während ein Anteil von 25% zur Folge hätte, dass selbst feuchte tropische Wälder brennbar wären. Das hätte weit reichende Auswirkungen auf die Entwicklung der Ökosysteme.

⁵ Als *Mykorrhiza* („Pilzwurzel“) bezeichnet man die Symbiose zwischen Pflanzen und dem Hyphengeflecht von Bodenpilzen (STRASBURGER 1991: 229). Die Pilzfäden dringen in die Pflanzenwurzeln ein, so dass ein Stoffaustausch möglich wird. Die Pflanze nutzt dabei die enorme Absorptionsfähigkeit der Pilzhyphen zur Versorgung mit Wasser und Nährstoffen. Umgekehrt erhält der Pilz von der Pflanze Zucker und andere Kohlenhydrate, über die sie gewöhnlich im Überschuss verfügt.

ausreichend, die volle Funktionsfähigkeit von Ökosystemen zu gewährleisten (HOLLING ET AL. 1995: 67). Allerdings können im Laufe der Zeit Arten, welche unter bestimmten Umweltbedingungen Passagierarten sind, bei veränderten Umweltbedingungen im Laufe der Evolution zu Schlüsselarten werden, indem sie wichtige Funktionen innerhalb von Ökosystemen übernehmen (BARBIER ET AL. 1994: 28). Die funktionelle Diversität der Arten trägt also zur Resilienz von Ökosystemen bei, d.h. zu ihrer Fähigkeit, unter veränderten Umweltbedingungen ihre Funktionsfähigkeit aufrechtzuerhalten (MCCANN 2000, LEHMAN UND TILMAN 2000).

Die in diesem Abschnitt genannten Beispiele zeigen erstens die großen Möglichkeiten, die sich bei besseren Kenntnissen über die Biodiversität aus ihrer Nutzung ziehen lassen würden. Zweitens belegt die Unterschiedlichkeit der einzelnen Beispiele, dass es wohl keine allgemeingültigen Kriterien gibt, anhand derer man à priori festlegen könnte, welche Bestandteile der biologischen Vielfalt für den Menschen von Nutzen sein könnten und welche nicht (HAMPICKE 1991: 28). Während in der Vergangenheit vor allem die ökonomische Bedeutung der direkten Auswirkungen eines Verlustes an biologischer Vielfalt für menschliche Konsum- und Produktionsaktivitäten betont wurde, richtet sich das Augenmerk auch der ökonomischen Forschung in letzter Zeit zunehmend auf die Rolle, die der Verlust an Biodiversität für die Funktionsfähigkeit und Resilienz von Ökosystemen spielt (BARBIER ET AL. 1994: 17, PERRINGS 1995b, PERRINGS ET AL. 1995b).

1.2 Knappheit

Zu einem ökonomischen Gut wird Biodiversität, neben ihrem ökonomischen Nutzen, dadurch dass sie knapp ist (LERCH 1995: 33). Knappheit bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Bereitstellung bzw. Erhaltung von Biodiversität mit Kosten verbunden ist. Bei diesen Kosten kann es sich um monetäre Aufwendungen handeln, die beispielsweise für die Einrichtung von Naturschutzgebieten ausgegeben werden. Diese Mittel, die zum Schutz der Biodiversität aufgewendet werden könnten, sind knapp. Der bei weitem wichtigere Anteil der Kosten dürfte jedoch, was die Erhaltung der biologischen Vielfalt betrifft, in den sogenannten Opportunitätskosten liegen, die darin bestehen, dass man zum Zwecke der Erhaltung der Biodiversität auf alternative Formen der Landnutzung, z.B. Landwirtschaft oder Ausbau von Flüssen als Schifffahrtsstraßen, verzichtet.

2. Der ökonomische Wert der biologischen Vielfalt

Aus dem gerade Gesagten – nämlich (i) Biodiversität befriedigt menschliche Bedürfnisse und (ii) Biodiversität ist ein knappes Gut – ergibt sich, dass Biodiversität als ökonomisches Gut aufgefasst werden kann. Damit kann man ihr auch einen ökonomischen Wert zuordnen. Bevor ich auf den ökonomischen Wert der Biodiversität eingehe, möchte ich aber noch einige grundsätzliche Bemerkungen zum ökonomischen Wertbegriff machen. Dies erscheint mir notwendig, um die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen der ökonomischen Bewertung von Biodiversität zu verstehen.

2.1 Der ökonomische Wertbegriff

Wenn Ökonomen einem (materiellen oder immateriellen) Gut einen Wert zuschreiben, dann meinen sie damit in den meisten Fällen einen *instrumentellen* Wert. Das bedeutet, der Wert dieses Gutes liegt darin, dass es ein nützliches Instrument ist, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen (HAMPICKE 1993: 136). Im Gegensatz dazu könnte man einer Sache auch einen *in*

trinsischen Wert oder Eigenwert zusprechen. D.h. eine Sache könnte auch einen Wert an sich haben, der unabhängig davon ist, ob sie als Instrument zur Erreichung eines bestimmten Zielles nützlich ist (PIRSCHER 1997: 14).

Aus der in Abschnitt 1 genannten Definition und Abgrenzung der Ökonomik als Wissenschaft (Untersuchung der Befriedigung menschlicher Bedürfnisse mit knappen Mitteln, die auf unterschiedliche Weise verwendet werden können) ergibt sich, dass das Ziel, zu dessen Erreichung eine Sache nützlich sein müsste, damit sie aus Sicht der Ökonomik einen instrumentellen Wert hätte, in der Befriedigung menschlicher Bedürfnisse besteht. Damit ist der ökonomische Wertbegriff *anthropozentrisch*.

Das methodische Vorgehen, das die Ökonomik wählt, um das Entstehen von Wert zu erklären, ist der sogenannten *methodologische Subjektivismus*. In dieser Vorgehensweise werden einzelne Individuen und die Wahlhandlungen, die aus ihren jeweils individuellen Präferenzen und Handlungsbeschränkungen resultieren, als elementare Erklärungseinheiten betrachtet. Der Wert eines Gutes wird in dieser Sichtweise bestimmt durch das Zusammenspiel der subjektiven Bewertungen der verschiedenen interagierenden Individuen in einer Ökonomie. Für den ökonomischen Wertbegriff bedeutet dies, dass er letztlich durch subjektive Bewertungen der Individuen in einer Gesellschaft bestimmt ist, und nicht etwa beispielsweise durch das wissenschaftliche Urteil von wie auch immer qualifizierten Experten.⁶

Aus dieser Perspektive wird auch klar, dass ökonomischer Wert keine Eigenschaft ist, die einer Sache inhärent ist. Vielmehr wird sie einer Sache von Wirtschaftssubjekten zugesprochen. Welcher ökonomische Wert einer Sache zugesprochen wird hängt damit nicht alleine von den objektiven (z.B. physikalischen oder ökologischen) Eigenschaften dieser Sache selbst ab, sondern ganz wesentlich auch vom gesamten ökonomischen *Kontext*, in dem die Bewertung stattfindet. Beispielsweise spielen bei der Bewertung einer natürlichen Ressource wie z.B. sauberes Trinkwasser neben der Frage ‚Welchen Nutzen stiftet sauberes Trinkwasser?‘ auch die folgenden Fragen eine Rolle: Wieviel sauberes Wasser gibt es insgesamt? Wie ist dieses Vorkommen (räumlich und zeitlich) verteilt? Wie sind die Zugriffsmöglichkeiten auf die Ressource institutionell geregelt? Welche alternativen Verwendungsmöglichkeiten gibt es neben der Verwendung als Trinkwasser und welche institutionellen Einschränkungen gibt es dabei? Welche Alternativen gibt es zu Wasser in seinen unterschiedlichen Verwendungsmöglichkeiten und was kosten diese jeweils?

2.2 Das Konzept des ökonomischen Gesamtwertes

In Abschnitt 1.1 ist bereits exemplarisch dargestellt worden, inwiefern Biodiversität zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse genutzt werden kann. Der Forderung an ein Bewertungskonzept, möglichst alle verschiedenen Nutzungsformen einer Ressource zu erfassen, versuchen Ökonomen mit dem Konzept des ökonomischen Gesamtwertes gerecht zu werden (PEARCE UND TURNER 1990: 129). Dieses Konzept kann auch auf die Bewertung von Biodiversität angewendet werden (GBA 1995a: 830ff., GEISENDORF ET AL. 1998: 176ff., IUCN 1988: 14ff.). Dabei werden einzelne Wertaspekte nach ihrem Beitrag zur Bedürfnisbefriedigung bzw. Motiven für ihre Wertschätzung systematisiert.

Nach dieser Klassifizierung lässt sich der ökonomische Gesamtwert zunächst in Gebrauchswerte und Nicht-Gebrauchswerte unterteilen. Unter Gebrauchswerten werden diejenigen Anteile am ökonomischen Gesamtwert verstanden, welche aus der tatsächlichen oder potenziellen Nutzung der biologischen Vielfalt entstehen, während Nicht-Gebrauchswerte vollkommen

⁶ Ein Problem kann sich aufgrund der individualistischen Vorgehensweise, insbesondere bei der Bewertung von natürlichen Ressourcen und Umweltqualität, bei der Aggregation der verschiedenen subjektiven zu einer gesamtgesellschaftlichen Bewertung ergeben (vgl. SEIDL UND GOWDY 1999: 106).

unabhängig von jeder tatsächlichen oder potenziellen Nutzung der biologischen Vielfalt sind. Sie entstehen beispielsweise aus dem ethisch, moralisch, spirituell oder religiös begründeten Wunsch heraus, die Natur für die Nachwelt oder um ihrer selbst willen zu erhalten.

Auf der nächst tieferen Ebene lassen sich die Gebrauchswerte in den direkten Gebrauchswert, den indirekten Gebrauchswert und den Optionswert unterteilen. Die Nichtgebrauchswerte werden in den nachempfundenen Gebrauchswert, den Vermächtniswert und den Existenzwert unterteilt.

Direkter Gebrauchswert

Biodiversität hat einen direkten Gebrauchswert insofern, als sie oder einzelne ihrer Bestandteile direkt menschliche Bedürfnisse befriedigen. Einerseits kann das durch den *konsumtiven Verbrauch* geschehen, beispielsweise um Bedürfnisse nach Nahrung, Brennholz oder Medizin zu stillen. Weiter ist hier auch der *produktive Verbrauch* angesprochen, z.B. als industrieller Rohstoff, Energieträger oder Bauholz. Andererseits haben die Biodiversität oder ihre Bestandteile einen direkten Gebrauchswert, der nicht aus dem Verbrauch sondern aus dem *zerstörungsfreien Gebrauch* stammt, beispielsweise für Erholungszwecke, Tourismus, Wissenschaft und Ausbildung.

Indirekter Gebrauchswert

Indirekt hat Biodiversität einen Gebrauchswert für Menschen dadurch, dass sie eine wichtige Rolle bei der Erzeugung und Aufrechterhaltung bestimmter Ökosystemdienstleistungen hat (FROMM 2000, HUETING ET AL. 1998), die ihrerseits menschliche Bedürfnisse direkt befriedigen oder ökonomische Prozesse unterstützen, die letztlich auch der Bedürfnisbefriedigung dienen. Beispiele sind die oben bereits genannte Aufrechterhaltung der biologischen Produktivität in landwirtschaftlich genutzten Ökosystemen, Klimaregulierung, Regulierung des Wasserkreislaufs oder der verschiedenen Elementkreisläufe und Reinigung von Wasser und Luft. Ebenso fällt hierunter die Rolle der Biodiversität für die Resilienz von Ökosystemen.

Optionswert

Auch wenn die Biodiversität heute keinen direkten oder indirekten Gebrauchswert hätte, so hat doch die Option, die Ressource Biodiversität auch zukünftig direkt oder indirekt nutzen zu können einen gewissen Wert. Diesen bezeichnet man als Optionswert der Biodiversität. Beispielsweise könnten in der Zukunft Krankheiten auftreten, die heute noch nicht bekannt sind. Die heute vorhandene Biodiversität hätte dann einen Optionswert insofern, als sich aus ihr möglicherweise in der Zukunft Medikamente gegen diese heute noch nicht bekannte Krankheit gewinnen lassen. In diesem Sinne entspricht der Optionswert einer Versicherungsprämie (PERRINGS 1995a, WEITZMAN 2000), die man bereit ist, heute zu bezahlen, um im Falle des zukünftigen Eintritts eines bestimmten Ereignisses, z.B. des Auftretens einer Krankheit oder einer landwirtschaftlichen Schädlingsplage, die Möglichkeit der Schadensminderung zu haben.

Während die Bewahrung jeder natürlichen Ressource einen Optionswert beinhaltet, ist dieser im Falle der Biodiversität besonders bedeutsam. Denn erstens ist der Verlust an Biodiversität irreversibel, und zweitens besteht heute immer noch sehr hohes Unwissen über die Nützlichkeit von Biodiversität (z.B. für landwirtschaftliche oder pharmazeutische Zwecke) und über die Rolle, die Biodiversität für die Funktionsfähigkeit von Ökosystemen spielt. In einer Situation des Unwissens über die Zukunft kann es aber vorteilhaft sein, irreversible Entscheidungen

gen hinauszuzögern. Im Laufe der so gewonnenen Zeit können dann durch Forschung zusätzliche Informationen gewonnen werden, z.B. darüber, welche Teile der genetischen Vielfalt potenziell für die pharmazeutische Industrie nützlich sind und welche nicht. Insofern gibt der Optionswert auch den Wert des Zuwachses an Information und Wissen an, der durch das Aufschieben von irreversiblen Entscheidungen in einer Situation der Unsicherheit über die Zukunft gewonnen werden kann (ARROW UND FISHER 1974, HANEMANN 1989, HENRY 1974, FISHER AND HANEMANN 1986).⁷

Nachempfundener Gebrauchswert

Der sogenannte nachempfundene Gebrauchswert (GBA 1995b: 13) der Biodiversität ist dadurch gegeben, dass Menschen bereit sind, Zahlungen dafür zu leisten (bzw. auf Gebrauchsnutzen dafür zu verzichten), dass andere Mitglieder der gegenwärtiger Generation einen Gebrauchsnutzen aus den unterschiedlichen Komponenten der Biodiversität ziehen können. Dies ist eine Form von Altruismus gegenüber Freunden, Verwandten oder Fremden.

Vermächtniswert

Der sogenannte Vermächtniswert der Biodiversität ist dadurch gegeben, dass Menschen bereit sind, Zahlungen dafür zu leisten (bzw. auf Gebrauchsnutzen dafür zu verzichten), dass zukünftige Generationen Zugang zu biologischer Vielfalt oder einzelner Komponenten davon haben. Er bezieht sich also nicht auf die eigene spätere Inanspruchnahme der Biodiversität, sondern auf diejenige nachfolgender Generationen (POMMERHNE 1987: 175f.). Es handelt sich hierbei also um eine Form von Altruismus gegenüber zukünftigen Generationen.

Existenzwert

Der sogenannte Existenzwert (KRUTILLA 1967: 781) der Biodiversität ist dadurch gegeben, dass Menschen bereit sind, Zahlungen dafür zu leisten (bzw. auf Gebrauchsnutzen dafür zu verzichten), dass die biologische Vielfalt auch weiterhin in ihrem heutigen Ausmaß existiert. Dies drückt eine Wertschätzung der biologischen Vielfalt aus, die unabhängig von jeder tatsächlichen oder potenziellen, direkten oder indirekten Nutzung ist. Sie beruht auf der Befriedigung, die ein Mensch aufgrund des Wissens, dass es bestimmte Arten oder Ökosysteme überhaupt gibt, empfindet. Dies kann als eine Form von Altruismus gegenüber nicht-menschlichen Spezies oder gegenüber der Natur im allgemeinen aufgefasst werden und ist wohl in erster Linie ethisch oder religiös motiviert. Einen Eindruck von der Bedeutung des Existenzwertes kann das Spendenaufkommen für Naturschutz- und Umweltorganisationen geben, das beispielsweise dem Schutz des Sibirischen Tigers oder des Pandabären gewidmet ist (PEARCE UND TURNER 1990: 135).⁸

⁷ Dieser Teil des Optionswertes wird oft auch als Quasi-Optionswert bezeichnet.

⁸ Weil der Existenzwert nicht an menschliche Gebrauchserwägungen gebunden ist, scheint er zunächst auch kein ökonomischer Wert im Sinne eines instrumentellen Wertes zu sein. Tatsächlich wird der Existenzwert auch häufig als intrinsischer Wert bezeichnet (z.B. von GBA 1995b: 13, PEARCE UND TURNER: 130). Allerdings besteht der Existenzwert zwar unabhängig von der derzeitigen oder zukünftigen Nutzung der Biodiversität, aber keineswegs unabhängig von dem wertenden Wirtschaftssubjekt (PIRSCHER 1997:74). Das Wissen um die Existenz bestimmter Spezies erhöht den Nutzen des Wirtschaftssubjektes. Damit ist der Existenzwert ein instrumenteller Wert, insofern als die Existenz einer Spezies instrumentell für das Wohlbefinden dieses Wirtschaftssubjekts ist.

2.3 Methoden zur Ermittlung des ökonomischen Gesamtwerts

An dieser Stelle lässt sich festhalten: Der ökonomische Gesamtwert der biologischen Vielfalt umfasst ganz unterschiedliche Komponenten, entsprechend den sehr unterschiedlichen menschlichen Bedürfnissen, die durch diese natürliche Ressource befriedigt werden können. Die ökonomische Bewertung der Biodiversität stützt sich aber auch in diesem sehr breit gefächerten Spektrum ausschließlich auf Werte, die auf menschlichen Präferenzen basieren. Die einzelnen Bestandteile des ökonomischen Gesamtwertes sind zwar grundsätzlich additiv, es bedarf aber besonderer Sorgfalt, um nicht sich gegenseitig ausschließende Werte zu addieren (MORAN UND PEARCE 1997: 2). Beispielsweise wäre es nicht möglich, den Ertrag, welchen man aus dem Verkauf des Holzes nach einer vollständigen Rodung eines Waldes erzielt, mit den Erträgen anderer Formen der Waldnutzung (z.B. der Erholungsfunktion) zu addieren, da diese durch die Rodung zerstört würden.

Wie ermittelt man nun den ökonomischen Gesamtwert? Bei Gütern, die auf Märkten gehandelt werden, kann (unter bestimmten Bedingungen) der Marktpreis als Ausdruck des ökonomischen Gesamtwerts genommen werden. Bei der Ressource biologische Vielfalt stellt sich aber, wie bei den allermeisten natürlichen Ressourcen, das Problem, dass sie nicht oder nur partiell auf Märkten gehandelt wird. Zur Ermittlung der einzelnen Komponenten des ökonomischen Gesamtwerts bzw. des ökonomischen Gesamtwerts als Ganzem sind daher in der Literatur zur Bewertung natürlicher Ressourcen verschiedene Nichtmarktbewertungsverfahren vorgeschlagen worden, die prinzipiell auch für die Ermittlung des ökonomischen Gesamtwerts der Biodiversität herangezogen werden können (siehe GBA 1995a: 844-858).⁹ Beispielsweise seien hier der Ersatzkostenansatz, der Erhaltungskostenansatz, der Produktionsfunktionsansatz, der hedonische Preisansatz, die Reisekostenmethode oder die kontingente Bewertungsmethode genannt.¹⁰

3. Ökonomische Ursachen des gegenwärtigen Verlustes der biologischen Vielfalt

Das Aussterben von Arten ist erdgeschichtlich nichts Neues. Zu jeder Zeit sind Arten ausgestorben und gleichzeitig neue Arten entstanden. Neu ist aber die gegenwärtige hohe Geschwindigkeit des Artensterbens, die weit über dem langjährigen, aus Fossilienfunden belegten Wert liegt. Konservative Schätzungen der globalen Rate des Aussterbens verschiedener Gruppen von Spezies variieren zwischen dem 50 und dem 100-fachen des natürlichen Wertes (GBA 1995b: 2). In tropischen Regenwäldern liegt die Aussterberate noch beträchtlich höher. Dort übersteigt sie gegenwärtig die natürliche Rate um den Faktor 1.000 bis 10.000 (GBA 1995b: 2). Die weite Spannweite der Schätzungen geht auf das beträchtliche Unwissen über die Anzahl der existierenden Arten zurück. Der gegenwärtig zu beobachtende Verlust an genetischer Vielfalt, Artenvielfalt und Ökosystemvielfalt ist damit nach Meinung vieler Biologen und Ökologen so dramatisch, dass er bereits als das „sechste Massenaussterben“ (WILSON 1992: 32, GBA 1995b: 22) in der Erdgeschichte bezeichnet wird. Die spezifischen Mechanismen, über die sich die Verringerung und der Verlust von Populationen, das Aussterben von Arten und die Transformation und Beeinträchtigung ökologischer Gemeinschaften vollziehen, sind die folgenden (GBA 1995b: 20):

⁹ PEARCE UND MORAN (1994: 48) betonen dagegen die beträchtlichen Schwierigkeiten, mit denen eine Übertragung dieser Methoden auf die Bewertung der biologischen Vielfalt verbunden ist.

¹⁰ Eine genaue Darstellung dieser Methoden würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen und unterbleibt daher. Für eine Einführung sei der Leser auf die umfangreiche, einschlägige Literatur verwiesen (z.B. HANLEY UND SPASH 1993, POMMEREHNE 1987, SMITH 1996).

- Verlust, Fragmentierung und Degradierung von Habitaten,
- Übernutzung,
- Einführung nicht-nativer Spezies,
- Verschmutzung von Boden, Wasser, Luft,
- Klimawandel.

Während in kontinentalen Ökosystemen Verlust, Fragmentierung und Degradierung von Habitaten der wichtigste Mechanismus ist, sind in ozeanischen Ökosystemen die Übernutzung durch Fischerei und Verschmutzung die wichtigsten Faktoren. Korallenriffe, die neben den tropischen Regenwäldern einen weiteren Brennpunkt biologischer Vielfalt bilden, sind besonders durch den Klimawandel betroffen. Auf Inseln sind die Einführung nicht-nativer Spezies und Habitatverlust gleichermaßen wichtig.

Die gerade genannten fünf Mechanismen sind die Entwicklungen, auf die sich der gegenwärtige Verlust an Biodiversität *phänomenologisch* zurückführen lässt. Die eigentlichen, diesen phänomenologischen Entwicklungen *zugrunde liegenden Ursachen* des Verlustes von Biodiversität lassen sich aus ökonomischer Sicht mit Hilfe des oben in Abschnitt 2 eingeführten Konzepts des ökonomischen Gesamtwertes analysieren. Diese ökonomische Analyse basiert auf der Identifizierung der jeweils in bestimmten Situationen für das Handeln von Individuen oder Gemeinschaften herrschenden Anreizstrukturen. Aus dieser ökonomischen Sichtweise heraus lassen sich die folgenden vier elementaren Ursachen für den Verlust an biologischer Vielfalt identifizieren (GBA 1995a: 830-832, MORAN UND PEARCE 1997: 83-89):

- Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum,
- Marktversagen,
- Staatsversagen und
- fundamentales Unwissen.

Diese Ursachen werden im folgenden ausführlich diskutiert.

3.1 Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum

Die Ursache für den globalen Verlust an biologischer Vielfalt, die auf den ersten Blick die offensichtlichste zu sein scheint, ist das kontinuierliche Wirtschaftswachstum in den hoch industrialisierten Ländern und das ebenfalls fortschreitende, wenn auch mit abnehmenden Zuwachsraten, Bevölkerungswachstum in den Entwicklungsländern (EHRlich UND HOLDREN 1971, HOLDREN UND EHRlich 1974, SMITH ET AL. 1995). Beide Entwicklungen führen einerseits zu zunehmender Nachfrage nach biologischen Ressourcen und begründen andererseits einen immer stärkeren Druck auf die Erschließung natürlicher Landflächen als Industriestandort, für Infrastruktur (Autobahnbau, Flughafenausbau, neue Hochgeschwindigkeitseisenbahnstrecken) oder als landwirtschaftliche Nutzfläche.

Dabei führt das Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum scheinbar zwangsläufig und unvermeidbar zu einem Verlust an biologischer Vielfalt. Der Grund ist die fundamentale Konkurrenz in der Landnutzung: Land kann entweder in einem natürlichen Zustand belassen werden und damit Lebensraum verschiedener Populationen und Spezies sein, oder es kann für eine wirtschaftliche Nutzung erschlossen werden, was dann aber zu einem Verlust des Lebensraums für die ursprünglich dort lebenden Populationen führt und damit zu deren Aussterben. Da die Landfläche auf diesem Planeten begrenzt ist, führt Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum zwangsläufig dazu, dass die wirtschaftliche Nutzung des Landes aufgrund einer

verstärkten Nachfrage einen höheren Wert zugesprochen bekommt, während der Wert als natürliche Schutzzone konstant bleibt. In der Abwägung zwischen den beiden Alternativen verschiebt sich das Gewicht also immer mehr zugunsten der wirtschaftlichen Nutzung. Als Folge dieser Abwägung wird immer mehr Land für eine wirtschaftliche Nutzung erschlossen, was wiederum einen fortgesetzten Verlust an biologischer Vielfalt zur Folge hat.

Doch diese Entwicklung ist nicht so zwangsläufig wie sie erscheinen mag (SWANSON 1995b). Denn in dem Abwägungsprozess zwischen den beiden fundamentalen Alternativen, Erhalt biologischer Vielfalt vs. wirtschaftliche Entwicklung, treten sehr viele Verzerrungen auf, die insgesamt dazu führen, dass diese Abwägung systematisch zuungunsten des Erhalts natürlicher Lebensräume verfälscht wird. Von manchen wird die These vertreten, dass der gegenwärtige Verlust an Biodiversität nicht so sehr durch das heutige Bevölkerungs- und Wirtschaftsniveau verursacht wird, als vielmehr durch diese Verzerrungen, die im folgenden detailliert dargestellt werden.

3.2 Marktversagen

Ein Standardergebnis der ökonomischen Theorie besagt, dass das Gleichgewicht auf einem freien Markt unter bestimmten Bedingungen sozial, d.h. gesamtgesellschaftlich, optimal ist in dem Sinne, dass man kein Individuum der Gesellschaft mehr besser stellen kann, ohne ein anderes Individuum zu verschlechtern. Eine der Bedingungen für dieses Ergebnis ist, dass keine externen Effekte vorliegen. Das bedeutet, dass alle Konsequenzen einer Transaktion im gegenseitigen Einvernehmen der Marktteilnehmer über den Marktpreis abgegolten werden. Liegen dagegen externe Effekte vor, d.h. reflektiert der Marktpreis nicht alle Konsequenzen einer Transaktion, dann kommt es zu sogenanntem Marktversagen. In diesem Fall reflektiert der Marktpreis eines Gutes, wenn es denn überhaupt einen Markt für dieses Gut gibt, nicht den ökonomischen Gesamtwert des Gutes. Das Marktgleichgewicht ist dann auch nicht sozial optimal. Externe Effekte existieren bei der Allokation von biologischen Ressourcen aber in vielfältiger Weise.

Externe Effekte aufgrund fehlender oder unvollständig definierter Eigentumsrechte

Beispielsweise sind die Eigentumsrechte an vielen biologischen Ressourcen gar nicht oder nur unvollständig definiert (LERCH 1996, 1998). Im Fall des völligen Fehlens von Eigentumsrechten oder Nutzungsregeln (z.B. bei Fischpopulationen außerhalb der nationalen Küstenzonen) handelt es sich um eine Ressource mit freiem Zugang. Der Preis der Ressource liegt damit implizit bei Null. Ein potenzieller Nutzer muss für die Ressource selbst also nichts bezahlen; er hat lediglich Aufwendungen für die Extraktion der Ressource, z.B. beim Fischfang oder beim Holzeinschlag. Es ist unmittelbar einsichtig, dass eine Ressource, die – obwohl nützlich und knapp – den Preis Null besitzt, nicht effizient genutzt sondern tendenziell übernutzt wird. Ähnlich stellt sich die Situation für Ressourcen dar, die von einer begrenzten Anzahl von Individuen (z.B. von einer Dorfgemeinschaft oder den Einwohnern eines ganzen Landes) gemeinschaftlich genutzt werden, ohne dass dabei aber gleichzeitig verbindliche Nutzungsregeln vereinbart werden. Auch hier gibt es das Problem der Übernutzung, wie es von HARDIN (1968) als „Tragedy of the commons“ für das Beispiel der traditionellen Dorfweide beschrieben wurde. Für einzelne Nutzer einer solchen Ressource besteht immer ein Anreiz, die Ressource übermäßig zu nutzen, da die Vorteile vollständig einem selbst zu Gute kommen, während die sich aus der Übernutzung ergebenden Problem von der gesamten Nutzergemeinschaft, und damit von jedem einzelnen Nutzer nur zu einem bestimmten Anteil, zu tragen sind.

Marktversagen, das sich aus der fehlenden oder unzureichenden Regelung von Eigentumsrechten ergibt, lässt sich im Prinzip durch Definition und Zuweisung von Eigentumsrechten korrigieren. Diese Logik steht auch hinter den im Rahmen der WTO und der UN-Konvention über biologische Vielfalt (BMU 1992) formulierten Überlegungen, Eigentumsrechte in Form von Patenten („Intellectual Property Rights“) auf tierische und pflanzliche Gene einzuführen und durchzusetzen (SEDJO UND SIMPSON 1995, SWANSON UND GÖSCHL 2000). Die Hoffnung ist, dass der Verlust an genetischer Vielfalt dadurch aufzuhalten ist, dass diese bislang frei zugängliche und damit kostenlose Ressource einen angemessenen Wert dadurch erhält, dass die nun existierenden privaten Eigentümer der Ressource im eigenen Interesse schonend mit dieser knappen Ressource umgehen. Ein Beispiel dafür, dass die beabsichtigte Wirkung dieser Regelung tatsächlich eintritt, ist der 1991 geschlossene Vertrag zwischen dem Pharmakonzern Merck und dem Nationalen Institut für Biodiversität (INBio) in Costa Rica (vgl. SEDJO UND SIMPSON 1995: 84ff., LERCH 1998: 292f.),¹¹ dem in der Zwischenzeit zahlreiche weitere ähnliche Verträge gefolgt sind.

Eine vollständige Definition und Zuweisung von Eigentumsrechten reicht aber bei weitem nicht aus, um das Problem des Marktversagens bei der Allokation von Biodiversität zu lösen. Denn selbst bei vollständiger Regelung von Eigentumsrechten an biologischen Ressourcen bleiben viele externen Effekte noch bestehen, weil entsprechende Foren (Märkte) fehlen, auf denen sich ein Preis dieser Ressourcen bilden könnte, der alle Konsequenzen einer Transaktion mit dieser Ressource vollständig reflektiert. Dies betrifft vor allem den öffentlichen-Guts-Charakter von Biodiversität, das räumliche Auseinanderfallen von Kosten und Nutzen zu einem Zeitpunkt und das zeitliche Auseinanderfallen von Kosten und Nutzen. Diese externen Effekte werden im folgenden diskutiert.

Charakter als öffentliches Gut

Während biologische Ressourcen teilweise den Charakter von normalen, privaten ökonomischen Gütern haben (z.B. als industrieller Rohstoff), weisen sie in zahlreichen anderen und wichtigen Aspekten der Nutzung den Charakter eines öffentlichen Gutes auf. Das bedeutet, dass (i) die Nutzung der Ressource durch ein Individuum die Nutzungsmöglichkeiten anderer Individuen nicht einschränkt (sogenannte *Nichtrivalität* im Konsum) und (ii) kein Individuum von der Nutzung der Ressource ausgeschlossen werden kann (sogenannte *Nichtausschließbarkeit* vom Konsum). Diese beiden Eigenschaften gelten insbesondere für den besonders wichtigen Beitrag der Biodiversität zur Fähigkeit von Ökosystemen, lebensnotwendige Dienstleistungen für den Menschen abzugeben (z.B. Regulierung der Atmosphärenzusammensetzung oder des Wasserkreislaufs). Die Tatsache, dass ein Individuum den konstanten Sauerstoffgehalt der Atmosphäre zum Atmen nutzt, schränkt die Möglichkeit anderer Individuen, genau dasselbe zu tun, nicht ein. Weiterhin ist es nicht möglich, einzelne Individuen von der Nutzung des Sauerstoffs zum Atmen auszuschließen – zumindest ist es nur sehr schwer vorstellbar.

¹¹ Das Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) von Costa Rica, eine private, auf Empfehlung der Regierung von Costa Rica gegründete Non-Profit-Einrichtung, hat das Ziel, Costas Ricas biologischen Reichtum durch Förderung der intellektuellen und ökonomischen Nutzung zu bewahren. Die 1991 getroffene und 1994 sowie 1996 verlängerte Vereinbarung zwischen INBio und dem US-Pharmakonzern Merck Inc. sieht vor, dass Merck zu Beginn der jeweils zweijährigen Vertragslaufzeit eine einmalige Zahlung von 1 Million US\$ an INBio für die Arbeit des Instituts aber auch zur Erhaltung des natürlichen Regenwaldes leistet und dafür jährlich eine bestimmte Anzahl von Pflanzenproben aus dem Wald erhält. Merck leistet darüber hinaus einen bestimmten Prozentsatz vom Umsatz als Lizenzzahlungen an INBio aus dem kommerziellen Verkauf der Produkte, die aus diesen genetischen Ressourcen hervorgehen. Über die Höhe dieser Lizenzgebühren haben die Vertragsparteien Stillschweigen vereinbart. Sie dürften aber zwischen 1% und 5% vom Umsatz liegen.

Die Allokation öffentlicher Güter über den Markt ist aber generell ineffizient (BERNHOLZ UND BREYER 1984: Kap. 4), d.h. es kommt zu Marktversagen. Die Ursache liegt darin, dass aufgrund der Eigenschaft der Nichtrivalität im Konsum jedes einzelne Individuum einen Anreiz hat, sich als „Trittbrettfahrer“ zu verhalten, d.h. seine wahren Präferenzen für den Konsum des öffentlichen Gutes zu verschleiern und die von anderen Individuen bereitgestellte Menge des Gutes mitzukonsumieren, ohne sich an der Finanzierung zu beteiligen.

Die Konsequenz ist insgesamt eine Unterversorgung mit dem öffentlichen Gut durch den Markt im Vergleich zum sozialen Optimum. Diese Form von Marktversagen kann auch nicht durch eine geeignete Festlegung von privaten Eigentumsrechten an öffentlichen Gütern geheilt werden, da aufgrund des besonderen Charakters dieser Güter, vor allem aufgrund der Eigenschaft der Nichtausschließbarkeit vom Konsum, eine solche prinzipiell gar nicht möglich ist.

Intragenerationale räumliche externe Effekte: globaler Wert vs. lokale Märkte

Viele der in Abschnitt 2 identifizierten Wertaspekte der biologischen Vielfalt sind globaler Art, z.B. der nachempfundene Gebrauchswert, der Vermächtniswert, der Existenzwert, aber auch der indirekte Gebrauchswert, der daraus resultiert, dass beispielsweise das komplexe Ökosystem des Amazonasregenwalds Wetter- und Klimamuster generiert und reguliert, die global wirksam werden. Das bedeutet, dass ein großer Teil dieses Wertes von Menschen empfunden wird, die nicht direkt am Ort der Ressource leben und auch an dortigen lokalen Entscheidungen, z.B. über die Umwandlung von Regenwald in Ackerfläche nicht mitwirken. Umgekehrt bedeutet das, dass in die lokale Entscheidung über die Form der Landnutzung in der Amazonasregion diese Werte nicht mit einfließen. Der Wert der Landnutzung durch Ackerbau wird also verglichen mit dem Wert der Landnutzung als Primärregenwald, so wie er von der lokalen Bevölkerung empfunden wird. Letzterer liegt sicher sehr viel niedriger als der global aggregierte ökonomische Gesamtwert. Der externe Effekt besteht also darin, dass bei einer möglichen Entscheidung, Primärregenwald abzuholzen, die Bewertungen vieler von dieser Transaktion Betroffenen, nämlich der nicht ortsansässigen Nutzer, gar nicht berücksichtigt werden. Gemessen am global zu ermittelnden ökonomischen Gesamtwert wird daher bei der lokalen Entscheidung der Wert der biologischen Vielfalt zu gering angesetzt. Tendenziell führt dies dazu, dass eine übermäßige Umwandlung von Primärregenwald in Ackerland stattfindet.

Intergenerationale externe Effekte: heutige vs. zukünftige Kosten und Nutzen

Ganz ähnlich verhält es sich zwischen heutigen und zukünftigen Nutzern der biologischen Vielfalt. Die heutigen Märkte berücksichtigen lediglich die heutigen Kosten und den heutigen Nutzen von Transaktionen. Insofern vernachlässigen sie den Teil des ökonomischen Gesamtwerts heutiger Transaktionen, der auf zukünftige Nutzer entfällt, da diese an heutigen Markt- und Entscheidungsprozessen nicht teilnehmen.

Insgesamt wirken im Fall der Biodiversität alle genannten externen Effekte in dieselbe Richtung. Der heutige Marktpreis für die wesentlichen Bestandteile der biologischen Vielfalt, der vielfach – wenn überhaupt – lediglich deren direkten Gebrauchswert reflektiert, liegt teilweise erheblich unter ihrem sozial optimalen Wert, der durch den (global und intertemporal aggregierten) ökonomischen Gesamtwert gegeben ist, der neben dem direkten Gebrauchswert auch den indirekten Gebrauchswert und Nicht-Gebrauchswerte einschließt. Damit liegen die privaten Kosten beispielsweise der Umwandlung von Primärregenwald in Ackerland weit unter

den wahren Kosten, die der gesamten Gesellschaft durch den Verlust des Regenwaldes entstehen. Umgekehrt liegt damit der private Gewinn, der sich durch die Umwandlung von Primärregenwald in Ackerland erzielen lässt weit über dem Gewinn für die gesamte Gesellschaft. Als Folge des am sozialen Optimum gemessenen zu niedrigen Marktpreises kommt es also auf freien Märkten zu einer zu hohen Nutzung und damit zu einem übermäßigen Verlust an biologischer Vielfalt.

3.3 Staatsversagen

Viele der gerade unter dem Stichwort Marktversagen genannten Probleme ließen sich (zumindest in der ökonomischen Theorie) durch geeignete regulierende Eingriffe in die Marktprozesse lösen. Beispielsweise könnte man daran denken, dass die bei lokalen Entscheidungen nicht berücksichtigten globalen Kosten des Verlustes an Primärregenwald (in Form entgangener Nutzung) durch eine Steuer auf Tropenholz in geeigneter Höhe kompensiert würden. Die Steuer müsste gerade so bemessen sein, dass sie die sozialen Kosten der Abholzung, die bislang nicht im Marktpreis enthalten sind, abdeckt. Die Verantwortung für solche Eingriffe liegt bei den einzelnen Staaten bzw. bei der internationalen Staatengemeinschaft. Unterbleibt ein solcher regulierender Eingriff zur Korrektur eines Marktversagens, liegt ein Staatsversagen vor.

Nicht nur ist heute Staatsversagen bei Umweltproblemen weit verbreitet, weil regulierende Eingriffe zur Korrektur von Marktversagen weitgehend unterbleiben oder in nicht ausreichendem Ausmaß durchgeführt werden. Vielmehr verstärken manche Staaten das Marktversagen noch zusätzlich durch Maßnahmen, die zur Wirkung haben, dass der Marktpreis noch weiter vom sozial optimalen Preis abweicht als ohne Staatseingriff. Beispiele sind staatliche Prämien für die „Urbarmachung von Land“ wie sie in Brasilien für die Abholzung von Primärregenwald gezahlt werden (BINSWANGER 1991) oder die Subventionierung der Hochseefischerei durch die EU.

Eine weitere Ursache des gegenwärtigen dramatischen Verlustes an Biodiversität besteht in der extremen Einkommens- und Vermögensungleichheit zwischen den industrialisierten OECD-Ländern des Nordens und den sich entwickelnden Ländern auf der Südhalbkugel; genauer: in der Armut in ländlichen Gegenden der armen Entwicklungsländer (DASGUPTA 1993, 1995). Der allergrößte Teil der heute bekannten biologischen Vielfalt befindet sich in den ärmsten Ländern der Welt, nämlich in den äquatorialen Gebieten Südamerikas, Afrikas und Südostasiens.¹² Während für uns in Deutschland der Schutz von Biodiversität, beispielsweise durch die Einrichtung von Schutzgebieten, einen im Vergleich zu unserer gesamten wirtschaftlichen Tätigkeit – 1999 betrug das BIP der Bundesrepublik Deutschland 3.700 Milliarden DM (IW 2000: 26) – sehr geringen Verzicht auf (land- oder industrie-) wirtschaftliche Nutzung bedeutet, stellt sich für die ländliche Bevölkerung in den ärmsten Ländern der Welt das Entscheidungsproblem Naturschutz vs. wirtschaftliche Nutzung gar nicht. Ein Verzicht auf landwirtschaftliche Nutzung als einzige Einkommens- und Nahrungsquelle käme dem Verhungern gleich und steht damit natürlich nicht zur Diskussion. Insofern man es als eine Aufgabe der Politik ansieht, internationale (Verteilungs-) Gerechtigkeit zu schaffen, liegt hier ebenfalls eine Form von Staatsversagen vor.

¹² Die tropischen Regenwälder beheimaten schätzungsweise 50%, oder sogar mehr, aller existierenden Spezies auf nur 6% der Landoberfläche der Erde (Myers 1995: 111). Gleichzeitig werden die tropischen Wälder gegenwärtig schneller zerstört als jedes andere großflächige Biom.

3.4 Fundamentales Unwissen

Bislang war von den Ursachen des Verlustes an biologischer Vielfalt die Rede, die dazu führen, dass der implizit als bekannt vorausgesetzte ökonomische Gesamtwert dieser Ressource in Allokationsentscheidungen nicht angemessen berücksichtigt wird. Allerdings ist der ökonomische Gesamtwert der Biodiversität tatsächlich gar nicht genau bekannt. Auch wenn die Hoffnung besteht, dass die Forschung Fortschritte bei den Methoden zur Ermittlung der einzelnen Komponenten dieses Wertes erzielt, so wird doch ein ganz wesentliches Unwissen deswegen bestehen bleiben, weil der ökonomische Gesamtwert u.a. von den zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten und von dem indirekten Nutzen der Ressource bestimmt wird. Gerade hinsichtlich dieser beiden Nutzungsmöglichkeiten von Biodiversität besteht aber ein beträchtliches fundamentales, d.h. nicht reduzierbares Unwissen (vgl. FABER UND PROOPS 1998: Kap. 7). Beispielsweise ist es heute eine noch weitgehend offene Frage, welche Rolle Biodiversität für die Stabilität von Ökosystemen oder für die Bereitstellung einzelner von den Menschen geschätzten Ökosystemdienstleistungen (z.B. Regulierung des Wasser-, Kohlenstoff oder Stickstoffkreislauf etc.) spielt. Aufgrund der hohen Komplexität von Ökosystemen ist auch zu vermuten, dass dieses Unwissen selbst durch intensive Forschung nicht so weit aufgehoben werden kann, dass zukünftig genaue Vorhersagen darüber möglich sind, wie sich die Reduzierung einer einzelnen oder mehrerer Populationen auf das Gesamtgefüge des Ökosystems und die von ihm bereitgestellten Dienstleistungen für den Menschen auswirken. Dies wäre aber erforderlich, wollte man diese Rolle von Biodiversität bewerten.

Damit stellt sich die Frage, welche Bedeutung das Konzept des ökonomischen Gesamtwerts überhaupt als Grundlage für Entscheidungen hat, wenn einzelne Komponenten davon fundamentalem Unwissen unterliegen. Handelt es sich bei diesem Konzept dann nicht bloß um eine leere konzeptionelle Hülle? Aus der Erkenntnis, dass wir in diesem Aspekt bei der Nutzung von Biodiversität mit fundamentalem Unwissen konfrontiert sind, könnte man daher auch den Schluss ziehen dass die Gesellschaft vorsichtshalber eine Politik des „Safe-Minimum-Standards“ (CIRIACY-WANTRUP 1965) anwenden sollte, d.h. Schranken an Habitatzerstörung setzen sollte, die auf jeden Fall einen irreversiblen Verlust von wesentlichen Ökosystemdienstleistungen vermeidet.

4. Bedeutung der ökonomischen Bewertung für den Schutz der biologischen Vielfalt

Der ökonomische Wert der biologische Vielfalt resultiert daraus, dass sie menschliche Bedürfnisse befriedigt und gleichzeitig knapp ist. Genauer gesagt, sind die Mittel zu ihrem Schutz knapp. Bezüglich der Auswirkungen dieser Knappheit für die Realisierung von Schutzmaßnahmen kommt der für das Umweltprogramm der Vereinten Nationen UNEP verfasste Bericht *Global Biodiversity Assessment* in seiner Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger zu folgendem Schluss (GBA 1995b: 2):

„Because of the world-wide loss or conversion of habitats that has already taken place, tens of thousands of species are already committed to extinction. It is not possible to take preventive action to save all of them.“

Diese Schlussfolgerung setzt einen deutlichen Kontrapunkt zu jenen naiven Vorstellungen, die bis heute die Arbeit vieler Umweltverbände und auch weitgehend die Umweltgesetzgebung¹³ beherrschen und die davon ausgehen, dass es Ziel des Natur- und Artenschutzes sein sollte, *alle* gefährdeten Arten vor der Ausrottung zu bewahren. Wenn es aber tatsächlich gar

¹³ Diese Vorstellung wird beispielsweise im US-amerikanischen *Endangered Species Act* von 1973 explizit formuliert. Vgl. BROWN UND SHOGREN (1998) für eine ökonomische Analyse dieses Gesetzeswerkes und seiner Umsetzung.

nicht möglich ist, *alle* heute an der Schwelle zur Ausrottung stehenden Arten vor dem Aussterben zu retten, dann stellt sich die Frage: Welcher Teil der Biodiversität soll bewahrt werden? Dabei geht es vor allem um zwei Aspekte, die Abwägungen auf unterschiedlichen Ebenen betreffen:

- (i) Wie wichtig ist der Schutz einer bestimmten bedrohten Art im Vergleich zu einer anderen?
- (ii) Wie wichtig ist der Schutz biologischer Vielfalt im Vergleich zu anderen gesellschaftlichen Zielen?

Es ist klar, dass die Antwort auf diese Fragen eigentlich nur unbefriedigend und unerfreulich sein kann. Impliziert sie doch, dass auf jeden Fall ein Teil der heute existierenden biologischen Vielfalt irreversibel verloren gehen wird. Die entsprechenden Entscheidungen müssen aber so oder so getroffen werden. Nach welchen Kriterien sollten sie dann getroffen werden?

4.1 Vergleich verschiedener Schutzziele

Ökonomische Überlegungen spielen bislang im Artenschutz eine eher untergeordnete Rolle. Viele Naturwissenschaftler und Ökologen betrachten die Methoden und Gedankenwelt von Ökonomen mit großem Misstrauen. („Ist nicht letztlich die Ökonomie Schuld an den meisten gegenwärtigen Umweltproblemen?“). Auch die Gesetzgebung im Bereich des Natur- und Artenschutzes sieht bei Entscheidungen über das Auflisten gefährdeter Arten, z.B. in der sogenannten „Roten Liste“, oder bei der Entwicklung von Schutzmaßnahmen für gefährdete Arten bislang ausschließlich den Rückgriff auf ökologische und naturwissenschaftliche Kompetenz vor. Ökonomische Überlegungen sind hier nicht vorgesehen und werden, wenn sie überhaupt thematisiert werden, als den Zielen des Natur- und Artenschutzes diametral entgegenstehend behandelt, was z.B. in dem vielbeschworenen angeblichen „Konflikt zwischen Ökonomie und Ökologie“ zum Ausdruck kommt.¹⁴ Dass Arten unterschiedlich nützlich sind, aus ökologischer Sicht oder auch gemessen an ihrem ökonomischen Gesamtwert, und dass der wirksame Schutz von Arten mit je nach Art unterschiedlich hohen Kosten verbunden sein kann, spielt beispielsweise für die Aufnahme in die „Rote Liste“ der gefährdeten Arten keine Rolle. Eine Art, deren Schutz sehr teuer ist und die dennoch nur geringe Nützlichkeit hat, wird hierbei genau so behandelt wie eine Art mit sehr hohem ökonomischen Gesamtwert und relativ geringen Kosten der Bewahrung.

Während die offizielle Rhetorik des Arten- und Naturschutzes von der Absicht ausgeht, alle gefährdeten Arten zu schützen, und die Bildung von Prioritäten nicht vorsieht, machen es Zeit- und Budgetbeschränkungen der zuständigen Vollzugsbehörden dennoch unumgänglich, solche Prioritäten – wenn auch häufig unausgesprochen – zu setzen. METRICK UND WEITZMAN (1998) haben für die USA untersucht, von welchen Kriterien die Entscheidung des *Office of Endangered Species*, eine Art als gefährdet einzustufen, sowie die öffentlichen Ausgaben zwischen 1989 und 1993 für den Schutz einzelner Arten¹⁵ tatsächlich abhingen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass als erklärende Variablen für die Aufnahme einer Art in die Liste gefährdeter Arten vor allem der Gefährdungsgrad, die Verschiedenartigkeit dieser Art von

¹⁴ Als der US-Kongress 1973 die erste Version des *Endangered Species Act* in Kraft setzte, machte er explizit deutlich, dass ökonomische Kriterien weder für die Auflistung noch für die Ausweisung von kritischen Habitaten heranzuziehen seien (BROWN UND SHOGREN 1998: 4). Der oberste Gerichtshof der USA bestätigte diese Sicht 1978 in einem Grundsatzurteil (*Tennessee Valley Authority v. Hill*, 437 U.S. 187, 184 (1978)): „the value of endangered species is incalculable“ und „it is clear from the Act’s legislative history that Congress intended to halt and reverse the trend toward species extinction – whatever the cost“.

¹⁵ In diesem Fünfjahreszeitraum wurden insgesamt 914 Mio. US\$ für den Schutz von insgesamt 229 Wirbeltierarten ausgegeben. In der Untersuchung wurden nur die Ausgaben berücksichtigt, die einzelnen Arten zugerechnet werden konnten.

anderen Arten, d.h. ihre taxonomische Einzigartigkeit, und ihre Größe wichtig waren. Dementsprechend rangieren Säugetiere und Fische vor Amphibien und Reptilien. Spinnen und Insekten, die was die Zahl der vom Aussterben bedrohten Arten angeht als Gruppe am stärksten bedroht sind, gibt es auf der Liste gefährdeter Arten nur ganz wenige.

Im Unterschied zur Auflistung als gefährdete Art korrelieren die Ausgaben für Schutzmaßnahmen negativ (!) und signifikant mit dem Gefährdungsgrad einer Art. Positiv und signifikant ist dagegen die Korrelation mit der Körperlänge des Tiers gemessen in Zentimeter. Daneben korrelieren als erklärende Variablen positiv mit den Schutzausgaben der Status einer Art als Säugetier oder Vogel, negativ dagegen der Status als Amphibium oder Reptil. METRICK UND WEITZMAN (1998: 32) erklären dieses Ergebnis, insbesondere die zunächst überraschende negative Korrelation von Schutzausgaben und Gefährdungsgrad, mit der Nichtberücksichtigung von (unbeobachtbaren) charismatischen Faktoren, die negativ mit dem Gefährdungsgrad korrelieren. Sie sprechen in diesem Zusammenhang von der Zugehörigkeit zur sogenannten „charismatischen Megafauna“ – große und im öffentlichen Bewusstsein populäre Tiere – die offensichtlich für die Bereitschaft, Geld zum Schutz dieser Art auszugeben, ganz entscheidend ist. Über 50% der Ausgaben wurden für nur zehn Arten getätigt (darunter das Wappentier der USA, der Weißkopfseeadler, und der Grizzlybär). Insgesamt 95% der Ausgaben waren zugunsten von Wirbeltieren. Diese Zahlen legen nahe, dass bei der Entscheidung eine gefühlsmäßig empfundene Identifikation mit bestimmten Tieren wichtiger war als rationale Überlegungen auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse und anhand nachvollziehbarer Kriterien.

Wenn es aber darum geht, Abwägungen zwischen verschiedenen Alternativen bezüglich ihrer relativen Wichtigkeit und Erwünschtheit vorzunehmen, und Prioritäten zu setzen, dann kann hierbei das Instrumentarium der Ökonomik sehr hilfreich sein. Denn per Definitionem (vgl. Abschn. 1.1) ist die Ökonomik die Wissenschaft, die sich mit der aus Sicht der Gesellschaft optimalen Verwendung knapper Mittel beschäftigt. In ökonomischer Sichtweise ist die Bewertung des Aufwandes und der ökologischen wie ökonomischen Konsequenzen, die mit den verschiedenen Alternativen einhergehen, ein Mittel, um die relative Erwünschtheit der verschiedenen Alternativen aus Sicht der Gesellschaft festzustellen. Ökonomische Bewertung kann somit dazu beitragen, dass umweltpolitische Entscheidungen bezüglich des Schutzes biologischer Vielfalt auf einer rationalen und nachvollziehbaren Grundlage getroffen werden (vgl. z.B. DASGUPTA 2000, WEIKARD 1998).¹⁶

Insbesondere könnte eine Bewertung verschiedener Arten anhand des ökonomischen Gesamtwerts, der ja sehr weit gefasst ist und u.a. im Prinzip auch die Funktion dieser Art innerhalb eines Ökosystems berücksichtigt, zur Aufstellung einer „Rangliste“ von zu schützenden Arten verwendet werden, die dann eine sachlich begründete Priorität im Schutz unterschiedlicher Arten widerspiegelt. Neben dem Wert einer Art müssten in einer solchen Priorisierung natürlich auch die Kosten von bestimmten Schutzmaßnahmen für eine Art und die mit der Maßnahme verbundene Erhöhung der Überlebenswahrscheinlichkeit berücksichtigt werden. WEITZMAN (1998) und METRICK UND WEITZMAN (1998) haben auf der Grundlage solcher Überlegungen (und unter Verwendung einer formalen ökonomischen Analyse) das folgende simple Kriterium für die Ermittlung des Ranges einer Art abgeleitet. Sei V_i der ökonomische Gesamtwert von Spezies i , ΔP_i die durch eine bestimmte Schutzmaßnahme mögliche Erhöhung der Überlebenswahrscheinlichkeit dieser Art und C_i die Kosten dieser Maßnahme. Dann ist eine Rangliste, in der die verschiedenen Spezies anhand des Wertes von $R_i = V_i * (\Delta P_i / C_i)$

¹⁶ FROMM UND BRÜGGEMANN (1999) vergleichen aus ökologischer und ökonomischer Sicht den auf Nutzenstiftung basierenden Bewertungsansatz, so wie er auch in diesem Aufsatz dargestellt wurde, mit dem vor allem von Weitzmann (1992, 1993, 1998) popularisierten „Diversitätsansatz“.

geordnet werden, aus ökonomischer Sicht optimal.¹⁷ Eine Art erhält nach diesem Kriterium also eine umso höhere Schutzpriorität, je höher ihr ökonomischer Gesamtwert ist, je stärker ihre Überlebenswahrscheinlichkeit durch eine Schutzmaßnahme erhöht werden kann und je geringer die Kosten für diese Schutzmaßnahme sind.

Natürlich ist die Erstellung einer Rangfolge der zu schützenden Arten anhand eines derart simplen ökonomischen Kriteriums mit einer Reihe von Problemen verbunden. Die quantitative Ermittlung des ökonomischen Gesamtwertes einer Art stellt dabei vermutlich die größte Schwierigkeit dar. Dennoch erlaubt das vorgeschlagene Kriterium, die Aufstellung von Prioritäten im Artenschutz auf eine wissenschaftliche Grundlage zu stellen, und ist insofern dem gegenwärtig weit verbreiteten Vorgehen überlegen, das die ohnehin notwendige Priorisierung lediglich implizit vornimmt.

4.2 Verhältnis von Natur- und Artenschutz zu anderen gesellschaftlichen Zielen

Wenn es um die Frage geht, in welchem Verhältnis die Bewahrung biologischer Vielfalt zu anderen gesellschaftlichen Zielen steht bzw. stehen sollte, so ist die wesentliche ökonomische Grundüberlegung, dass die Erhaltung von Biodiversität vor allem den Schutz natürlicher Lebensräume, d.h. entsprechender Landflächen, erfordert. Land kann aber auch für alternative Zwecke genutzt werden, z.B. als landwirtschaftliche Fläche, Industriestandort oder für Infrastruktur, und steht nur in begrenzter Menge zur Verfügung. Wichtig ist daher, eine Entscheidung zu treffen, welcher Anteil des Landes für den Naturschutz genutzt wird und welcher Anteil für andere Verwendungen. Dasselbe gilt für die Verwendung öffentlicher oder privater Finanzmittel. Überspitzt formuliert geht es hier also um die Frage, wie wichtig ist uns der Erhalt der biologischen Vielfalt im Vergleich zur Einrichtung von Kindergartenplätzen, Abhilfe beim Pflegenotstand, Verbesserung der Leistungen des öffentlichen Gesundheitssystems, etc.? Auch wenn zu vermuten ist, dass gegenwärtig der Verlust an biologischer Vielfalt so dramatisch ist, dass die Gesellschaft bei Zugrundelegung des ökonomischen Gesamtwerts der Biodiversität bereit wäre, zusätzliche Mittel für ihren Schutz aufzuwenden, so ist doch ebenfalls klar, dass prinzipiell diese Abwägung auch einmal zu dem Ergebnis führen könnte, dass die Gesellschaft nicht mehr bereit ist, weitere Mittel für den Schutz biologischer Vielfalt aufzuwenden, weil andere Ziele als wichtiger eingeschätzt werden. D.h. eine ökonomische Kosten-Nutzen-Analyse kann zu dem Ergebnis führen, dass es optimal ist, einen bestimmten Teil der ökonomischen Vielfalt nicht zu schützen, sondern vielmehr dem Aussterben zu überlassen und die dabei eingesparten Mittel zur Erreichung anderer gesellschaftlicher Ziele aufzuwenden.

5. Fazit und Ausblick: Welchen Beitrag kann die Ökonomik zur Erhaltung der biologischen Vielfalt leisten?

Die Ökonomik ist – wie jede Wissenschaft – durch ihr Erkenntnisinteresse und ihre Methodik begrenzt. Insbesondere ist der ökonomische Wertbegriff instrumentell, anthropozentrisch, (methodologisch) subjektiv und kontextabhängig (vgl. Abschnitt 2). Trotz dieser Begrenztheit kann die Ökonomik wertvolle Beiträge zur Untersuchung des Verlusts und zur Erhaltung der biologischen Vielfalt leisten (vgl. BROWN UND SHOGREN 1998: 15-19).

Erstens erlaubt die ökonomische Sichtweise ein detailliertes und gutes Verständnis der fundamentalen Mechanismen und Anreizstrukturen, die dem gegenwärtigen dramatischen Ver

¹⁷ WEITZMAN (1998: 1280) und METRICK UND WEITZMAN (1998: 26) verwenden anstelle des ökonomischen Gesamtwerts V_i die Summe $D_i + U_i$ aus direktem Nutzen und Unterschiedlichkeit/Einzigartigkeit der Spezies i im Vergleich zu anderen Spezies. Insofern aus letzterer Eigenschaft ein indirekter Gebrauchswert oder ein Options-/Versicherungswert resultiert sind aber beide Komponenten im ökonomischen Gesamtwert enthalten.

lust an biologischer Vielfalt zugrunde liegen (vgl. Abschnitt 3). Neben dem Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum sind hierfür vor allem verschiedene Formen des Markt- und Staatsversagens ursächlich, die alle dazu führen, dass der Marktpreis von heute auf Märkten gehandelten biologischen Ressourcen deren ökonomischen Gesamtwert nicht angemessen wiedergibt. Aber auch fundamentales Unwissen über mögliche zukünftige Nutzungen der biologischen Vielfalt und über die Rolle der Biodiversität für die Funktionsfähigkeit von Ökosystemen spielt eine Rolle.

Zweitens kann die Ökonomik einen methodischen Rahmen zur Verfügung stellen, in dem man die Frage ‚Welche Arten und Populationen sollen in welchem Umfang geschützt werden?‘ diskutieren und auf der Grundlage wissenschaftlicher Kriterien entscheiden kann (vgl. Abschnitt 4). Dieser Rahmen basiert auf der Bewertung und dem Vergleich der verschiedenen alternativen Handlungsoptionen. Sie ermöglicht damit eine Priorisierung von Schutzziele. Auch wenn die ökonomische Bewertung der biologischen Vielfalt mit großen konzeptionellen und methodischen Problemen behaftet ist, und auch wenn die Vorstellung, dass die Gesellschaft eine Entscheidung darüber zu treffen hat, welche Arten vor dem Aussterben gerettet werden und welche nicht, beunruhigend sein mag, so führt doch kein Weg daran vorbei, eine Antwort auf diese Frage zu finden. Denn die zur Verfügung stehenden Mittel (Geld, Landfläche, Arbeitszeit etc.) sind begrenzt und die Einrichtung von Schutzgebieten ist mit teilweise recht hohen (Opportunitäts-)Kosten verbunden, so dass auf keinen Fall alle heute vom Aussterben bedrohten Arten gerettet werden können.

Drittens ist die Frage ob und welche Arten gefährdet oder vom Aussterben bedroht sind bzw. in naher Zukunft sein werden nicht nur eine ökologische, sondern auch eine ökonomische Frage. Denn neben ökologischen Sachverhalten beeinflussen auch ökonomische Entwicklungen die Wahrscheinlichkeit einer Art, auszusterben. Diese Wahrscheinlichkeit ist größer für Arten, die in Konkurrenz zu ökonomischer Entwicklung stehen, welche beispielsweise Habitatfragmentierung zur Folge hat (z.B. die Population von Riesentrappen in Brandenburg, durch deren Siedlungsgebiet die ICE-Strecke Hannover-Berlin gebaut wurde); sie ist kleiner für Arten, für die intensive Schutzmaßnahmen unternommen werden. Da die Entscheidung zwischen wirtschaftlicher Entwicklung und Schutzmaßnahmen ganz wesentlich von ökonomischen Überlegungen bestimmt ist, gilt dies auch für die Wahrscheinlichkeiten des Aussterbens der verschiedenen Arten. Der Grad der Gefährdung einer Art ist also keine rein ökologische Größe, die alleine aufgrund naturwissenschaftlicher Untersuchungen angemessen bestimmt werden könnte, sondern sie ist ganz wesentlich auch durch ökonomische Faktoren geprägt.

Viertens ist die Ökonomik unerlässlich, wenn es darum geht, bestimmte Schutzziele auf kosteneffektive Weise zu erreichen. Das bedeutet, dass zur Erreichung eines Ziel (z.B. Erhalt der Population von Riesentrappen in Brandenburg) von all den Maßnahmen, die prinzipiell geeignet sind, das Ziel auch tatsächlich zu erreichen (z.B. Verlegung der ICE-Trasse, Brücken über die Trasse, Unterführungen unter der Trasse, Einrichtung eines Ausgleichshabitats an anderem Ort), diejenige gewählt wird, die mit den geringsten Kosten verbunden ist.

Was den ersten und letzten Punkt angeht, so ist hier die Ökonomik sozusagen auf ihrem ‚angestammten Terrain‘ und bereits jetzt besonders stark, auch wenn es um die Behandlung eines ökologischen Problems wie des Verlusts an biologischer Vielfalt geht. In Bezug auf den zweiten und dritten Punkt steckt die Forschung noch in den Grundzügen. Ökonomische Beiträge in diese Richtung sind bislang eher konzeptioneller Art, und angewandte Beiträge offenbaren eher die Probleme als konkrete Lösungen. Dennoch liegt gerade hier meiner Meinung nach ein sehr großes Potenzial, das vor allem in einer interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Ökologen und Ökonomen fruchtbar gemacht werden kann.

Literatur

- ARNDT, U., W. NOBEL UND B. SCHWEIZER (1987). *Bioindikatoren: Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse*. Ulmer, Stuttgart.
- ARROW, K.J. UND A.C. FISHER (1974). Preservation, uncertainty and irreversibility. *Quarterly Journal of Economics* **88**: 312-319.
- BARBIER, E.B., J.C. BURGESS UND C. FOLKE (1994). *Paradise Lost? The Ecological Economics of Biodiversity*. Earthscan Publications, London.
- BERNHOLZ, P. UND F. BREYER (1984). *Grundlagen der Politischen Ökonomie*. J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen.
- BINSWANGER, H.C. (1991). Brazilian policies that encourage the deforestation in the Amazon. *World Development* **19**: 821.
- [BMU] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT (1992). *Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro – Dokumente: Klimakonvention, Konvention über die biologische Vielfalt, Rio-Deklaration, Walderklärung*. Bonn.
- BOND, W.J. (1993). Keystone species. In: SCHULZE UND MOONEY (1993: 238-253).
- BROWN, G.M. UND J.F. SHOGREN (1998). Economics of the endangered species act. *Journal of Economic Perspectives* **12**(3): 3-20.
- CIRIACY-WANTRUP, S.V. (1965). A safe minimum standard as an objective of conservation policy. In: I. BURTON UND R. KATES (eds.) *Readings in Resource Management and Conservation*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 45-70.
- DAILY, G.C. (1997a). Introduction: What are ecosystem services? In: DAILY (1997b: 1-10).
- DAILY, G.C. (ed.) (1997b). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Islands Press, Washington.
- DASGUPTA, P. (1993). *An Inquiry into Well-Being and Destitution*. Clarendon Press, Oxford.
- DASGUPTA, P. (1995). Population, poverty, and the local environment. *Scientific American* **272**(2): 40ff.
- DASGUPTA, P. (2000). Valuing biodiversity. In: LEVIN (2000).
- EHRlich, P.R. UND A.H. EHRlich (1981). *Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species*. Random House, New York.
- EHRlich, P.R. UND A.H. EHRlich (1992). The value of biodiversity. *Ambio* **21**: 219-226.
- EHRlich, P.R. UND J.P. HOLDREN (1971). Impact of population growth. *Science* **171**: 1212-1217.
- FABER, M. UND J.L.R. PROOPS (1998). *Evolution, Time, Production and the Environment*. 3.Auflage, Springer-Verlag, Berlin.
- FARNSWORTH, N.R. (1988). Screening plants for new medicines. In: WILSON (1988: 83-97).
- FISHER, A.C. UND W.M. HANEMANN (1986). Option value and the extinction of species. In: V.K. SMITH (ed.) *Advances in Applied Microeconomics*, JAI Press, Greenwich, pp. 169ff.
- FROMM, O. (2000). Ecological structure and functions of biodiversity as elements of its total economic value, *Environmental and Resource Economics* **16**: 303-328.
- FROMM, O. UND R. BRÜGGEMANN (1999). „Biodiversität“ und „Nutzenstiftung“ als Bewertungsansätze für ökologische Systeme, *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung*, Sonderheft 10/1999 (Umweltrisikopolitik): 32-49.

- [GBA] WATSON, R.T., V.H. HEYWOOD ET AL. (eds.) (1995a). *Global Biodiversity Assessment*. (Published for the United Nations Environment Programme) Cambridge University Press, Cambridge.
- [GBA] WATSON, R.T., V.H. HEYWOOD, I. BASTE, B. DIAS, R. GÁMEZ, T. JANETOS, W. REID, G. RUARK (eds.) (1995b). *Global Biodiversity Assessment. Summary for Policy-Makers*. (Published for the United Nations Environment Programme.) Cambridge University Press, Cambridge.
- GEISENDORF, S. ET AL. (1998). *Die Bedeutung des Naturvermögens und der Biodiversität für eine nachhaltige Wirtschaftsweise: Möglichkeiten und Grenzen ihrer Erfäßbarkeit und Wertmessung*. (Hrsg. Umweltbundesamt) Erich Schmidt, Berlin.
- GROOMBRIDGE, B. (ed.) (1992). *Global Biodiversity: Status of the World's Living Resources. A Report Compiled by the World Conservation Monitoring Centre*. Chapman & Hall, London.
- HAMPICKE, U. (1991). *Naturschutzökonomie*. Ulmer, Stuttgart.
- HAMPICKE, U. (1993). Möglichkeiten und Grenzen der monetären Bewertung von Natur. In: H. SCHNABEL (Hrsg.), *Ökointegrative Gesamtrechnung*. De Gruyter, Berlin.
- HANEMANN, W.M. (1989). Information and the concept of option value. *Journal of Environmental Economics and Management* **16**: 23-27.
- HANLEY, N. UND C.. SPASH (1993). *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Edward Elgar, Aldershot.
- HARDIN, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science* **162**: 1243-1248.
- HEINTZ, A. UND G.A. REINHARD (1993). *Chemie und Umwelt*. 3., neubearbeitete Auflage. Vieweg, Braunschweig und Wiesbaden.
- HENRY, C. (1974). Investment decisions under uncertainty: the irreversibility effect. *American Economic Review* **64**: 1006-1012.
- HILL, B. (1997). *Innovationsquelle Natur*. Shaker Verlag, Aachen.
- HOLDREN, J.P. UND P.R. EHRLICH (1974). Human population and the global environment. *American Scientist* **62**: 282-292.
- HOLLING, C.S., D.W. SCHINDLER, B.W. WALKER UND J. ROUGHGARDEN (1995). Biodiversity in the functioning of ecosystems: an ecological synthesis. In: PERRINGS ET AL. (1995a: 44-83).
- HUETING, R. ET AL. (1998). The concept of environmental functions and its valuation. *Ecological Economics* **25**: 31-35.
- [IUCN] MCNEELY, J.A. ET AL. (1990). *Conserving the World's Biological Diversity*. Edited for the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). Gland.
- [IW] INSTITUT DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT (2000). *Zahlen zur wirtschaftlichen Entwicklung der Bundesrepublik Deutschland 2000*. Deutscher Instituts-Verlag, Köln.
- KRUTILLA, J.V. (1967). Conservation reconsidered. *Economic Review* **57**: 777-786.
- LAWTON, J.H. UND V.K. BROWN (1993). Redundancy in ecosystems. In: SCHULZE UND MOONEY (1993: 255-270).
- LEHMAN, C.L. UND D. TILMAN (2000). Biodiversity, stability, and productivity in competitive communities. *The American Naturalist* **156**: 534-552.

- LERCH, A. (1995). Biologische Vielfalt – ein ganz normaler Rohstoff? In: J. MAYER (Hrsg.), *Eine Welt – eine Natur? Der Zugriff auf die biologische Vielfalt und die Schwierigkeiten global gerecht mit ihr umzugehen*. Loccumer Protokolle Nr. 66/94: 33-62, Loccum.
- LERCH, A. (1996). *Verfügungsrechte und biologische Vielfalt. Eine Anwendung der ökonomischen Analyse der Eigentumsrechte auf die spezifischen Probleme genetischer Ressourcen*. Metropolis, Marburg.
- LERCH, A. (1998). Property rights and biodiversity. *European Journal of Law and Economics* 6: 285-304.
- LEVIN, S. (ed.) (2000). *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press, New York.
- MANN, S. (1998). *Nachwachsende Rohstoffe*. Ulmer, Stuttgart.
- MATEO, N., W.F. NADER UND G. TAMAYO (2000). Bioprospecting. In: LEVIN (2000).
- MCCANN, K.S. (2000). The diversity-stability debate. *Nature* 405: 228-233.
- METRICK, A. UND M.L. WEITZMAN (1998). Conflicts and choices in biodiversity preservation. *Journal of Economic Perspectives* 12(3): 21-34.
- MORAN, D. UND D.W. PEARCE (1997). The economics of biodiversity. In: H. FOLMER UND T. TIETENBERG (eds.) *The International Yearbook of Environmental and Resource Economics 1997/1998*. Edward Elgar, Cheltenham, pp. 82-113.
- MUNASINGHE, M. (1992). Biodiversity protection policy: Environmental valuation and distribution issues. *Ambio* 21: 227-236.
- MYERS, N. (1983). *A Wealth of Wild Species: Storehouse for Human Welfare*. Westview Press, Boulder.
- MYERS, N. (1989). Loss of biological diversity and its potential impact on agriculture and food production. In: D. PIMENTEL UND C.W. HALL (ed.) *Food and Natural Resources*. Academic Press, San Diego. Pp. 49-68.
- MYERS, N. (1995). Tropical deforestation: population, poverty and biodiversity. In: SWANSON (1995: 111-122).
- MYERS, N. (1997). Biodiversity's genetic library. In: DAILY (1997b: 255-273).
- NABHAN, G.P. UND S.L. BUCHMANN (1997). Services provided by pollinators. In: DAILY (1997: 133-150).
- NADER, W.F. UND B. HILL (1999). *Der Schatz im Tropenwald – Biodiversität als Inspirations- und Innovationsquelle*. Shaker Verlag, Aachen.
- NAYLOR, R.L. UND P.R. EHRLICH (1997). In: DAILY (1997: 151-174).
- OLDFIELD, S. (1992). Plant use. In: GROOMBRIDGE (1992: 331-358).
- PEARCE, D.W. UND D. MORAN (1994). *The Economic Value of Biodiversity*. Earthscan, London.
- PEARCE, D.W. UND R.K. TURNER (1990). *Economics of Natural Resources and the Natural Environment*. Harvester Wheatsheaf, New York.
- PERRINGS, C. (1995a). Biodiversity conservation as insurance. In: SWANSON (1995a: 69-77).
- PERRINGS, C. (1995b). Preface. In: C. PERRINGS, K.-G. MÄLER, C. FOLKE, C.S. HOLLING AND B.-O. JANSSON (eds.) *Biodiversity Loss. Economic and Ecological Issues*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. xi-xii.

- PERRINGS, C., K.-G. MÄLER, C. FOLKE, C.S. HOLLING UND B.-O. JANSSON (eds.) (1995a). *Biodiversity Loss. Economic and Ecological Issues*. Cambridge University Press, Cambridge.
- PERRINGS, C., K.-G. MÄLER, C. FOLKE, C.S. HOLLING UND B.-O. JANSSON (1995b). Introduction: Framing the problem of biodiversity loss. In: PERRINGS ET AL. (1995a: 1-17).
- PIRSCHER, F. (1997). *Möglichkeiten und Grenzen der Integration von Artenvielfalt in die ökonomische Bewertung vor dem Hintergrund ethischer Normen*. Europäische Hochschulschriften 2044. Peter Lang, Frankfurt am Main.
- PLOTKIN, M.J. (1988). The outlook for new agricultural and industrial products from the tropics. In: WILSON (1988: 106-116).
- POMMEREHNE, W.W. (1987). *Präferenzen für öffentliche Güter: Ansätze zu ihrer Erfassung*. Mohr Siebeck, Tübingen.
- ROBBINS, L. (1932). *An Essay on the Nature and Significance of Economic Science*. Macmillan, London.
- SCHULZE, E.-D. UND H.A. MOONEY (eds.) (1993). *Biodiversity and Ecosystem Functions*. Springer-Verlag, Heidelberg.
- SEDJO, R.A. UND R.D. SIMPSON (1995). Property rights, externalities and biodiversity. In: SWANSON (1995: 79-88).
- SEIDL, I. UND J. GOWDY (1999). Monetäre Bewertung von Biodiversität: Grundannahmen, Schritte, Probleme und Folgerungen. *GALA* 8: 102-112.
- SMITH, F.D.M., G.C. DAILY AND P.R. EHRLICH (1995). Human population dynamics and biodiversity loss. In: Swanson (1995a: 125-114).
- SMITH, K.V. (1996). *Estimating Economic Values for Nature: Methods for Non-Market Valuation*. Edward Elgar, Cheltenham.
- STRASBURGER, E. F. NOLL, H. SCHENCK UND A.F.W. SCHIMPER (1991). *Lehrbuch der Botanik für Hochschulen*. 33. Auflage neubearbeitet von P. SITTE, H. ZIEGLER, F. EHRENDORFER UND A. BRESINSKY. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- SWANSON, T.M. ET AL. (1992). Biodiversity and Economics. In: Groombridge (1992: 407-438).
- SWANSON, T.M. (1994). *The International Regulation of Extinction*. Macmillan Press, London.
- SWANSON, T.M. (ed.) (1995a). *The economics and ecology of biodiversity decline. The forces driving global change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SWANSON, T.M. (1995b). Why does biodiversity decline? The analysis of forces for global change. In: Swanson (1995a: 1-9).
- SWANSON, T.M. (1996). The reliance of northern economies on southern biodiversity: Biodiversity as information. *Ecological Economics* 17: 1-8.
- SWANSON, T.M. UND T. GÖSCHL (2000). Property rights issues involving plant genetic resources: implications of ownership for economic efficiency. *Ecological Economics* 32: 75-92.
- TEN KATE, K. (1995). *Biopiracy or Green Petroleum? Expectations and Best Practice in Bioprospecting*. Overseas Development Administration, London.

- VAN DER HEIJDEN, M. ET AL. (1989). Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature* **396**: 69-72.
- WEIKARD, H.-P. (1998). Der Wert der Artenvielfalt: Eine methodische Herausforderung an die Ökonomik, *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* **21**: 263-273.
- WEITZMAN, M.L. (1992). On diversity, *Quarterly Journal of Economics* **107**: 363-405.
- WEITZMAN, M.L. (1993). What to preserve? An application of diversity theory to crane conservation, *Quarterly Journal of Economics* **108**: 157-183.
- WEITZMAN, M.L. (1998). The Noah's ark problem, *Econometrica* **66**: 1279-1298.
- WEITZMAN, M.L. (2000). Economic profitability versus ecological entropy. *Quarterly Journal of Economics* **115**: 237-263.
- WILSON, E.O. (ed.) (1988). *BioDiversity*. National Academy Press, Washington.
- WILSON, E.O. (1992). *The Diversity of Life*. W.W. Norton, New York und London.
- [WMPQ] *Wood Mackenzie's Pharma Quant*. Edinburgh, UK, January 1999.