

Inhalt

Vorwort und Dank	9
1 Einleitung und Fragestellung	11
1.1 Evolution und Naturschutz: Theorie des Wandels und bedrohte Phylogenie	15
1.2 Evolution und Ethik: Biologie als Basis philosophischer und ethischer Theorien	19
1.3 Systematischer und methodischer Ansatz: drei Aspekte der Evolution als Handlungsanleitung.....	22
1.4 Erkenntnistheoretischer Ansatz: epistemischer und metaphysischer Status biologischer Einheiten.....	23
1.5 Festlegung der Grundtermini: »Evolution«, »Ökologie«, »Naturschutz«, »Ethik«, »Wert«	27
2 Zur Systematik des Zusammenhangs von Naturwissenschaft und Ethik	33
2.1 Wissenschaft und Ethik: Vorbemerkungen zur Ethik in den Wissenschaften	33
2.2 Umweltpolitik und Ethik: Normbegründung und ihre strategische Bedeutung.....	37
2.3 Naturwissenschaft und Ethik: ein Vorschlag zur Systematik	41
2.4 Naturschutz und Ethik: Bewertungsbegriff und unterschiedliche Bezugsebenen, Einstufung von Zielen, Mitteln und Kriterien	45
Teil I Evolutionsbiologie - Ökologie - Naturschutz: Naturwissenschaftliche und naturschutztheoretische Analyse	51
3 Integration von Theorien der Evolutionsbiologie und der Ökologie: Stabilität und Veränderlichkeit ökologischer Einheiten im Lichte der Evolution	53
3.1 Veränderlichkeit, dynamische Prozesse und Entwicklungen in ökologischen Systemen	54

3.1.1	Sukzessionskonzepte, Mosaik-Zyklus-Theorie, patch-dynamics-concept und ihr Bezug zu individualistischen und organisistischen Metatheorien	55
3.1.2	Stabilitäts-Diversitäts-Hypothese	64
3.1.3	Störungsbegriff und Skalentheorie: Vorschläge zur Begriffsklärung und Zwischenfazit	72
3.2	Zur Theorie-Integration von Evolutionsbiologie und Ökologie	79
3.2.1	Evolution und Ökologie: Systematisierung der grundlegenden Fragen	79
3.2.2	Drei Entwürfe zum Status von Fokaleinheiten in der Ökologie und ihr Bezug zur Evolutionstheorie	82
3.2.3	Der Status von Einheiten in der Evolutionstheorie	92
3.3	Drei Aspekte der Integration: Historizität in ökologischen und evolutionären Skalen, Verknüpfung von Individuum und Ökosystem, Hierarchietheorien	101
3.3.1	Ökologische versus evolutionäre Zeitskalen, Historizität und Prognosen	101
3.3.2	Evolutionsökologische Niscentheorie: Verknüpfung des Organismus mit dem Ökosystem und organisistischer Erweiterungsversuch auf die Biosphäre	103
3.3.3	Hierarchietheorie und genealogische versus ökonomische Systeme: Organismen als integrierende Einheit	106
4	Naturschutz in einer veränderlichen Welt: ökologische und evolutionsbiologische Erwägungen als Grundlage des Naturschutzes	113
4.1	Basiskanon der Naturschutzperspektive: Bedrohliche anthropogene Veränderungen, wissenschaftliche Analysen und Globalisierung	113
4.2	Mythen in der Ökologie und deren Kritik: Zur Idee einer konstanten und harmonischen Natur und ihrem Gegenentwurf	116
4.3	Evolutionsbegriff und Evolutionstheorie: Lösungen für konzeptionelle Defizite bisheriger Naturschutztheorie?	120
Teil II Evolution - Naturschutzpolitik - Naturethik:		
	Ideengeschichtliche und metaethische Analyse	123
5	»Verantwortung für die Evolution«: Die Verknüpfung von Evolutionsbiologie, Genetik, Naturschutz und Ethik	125
5.1	Die Bedeutung von Variabilität und Vielfalt im Werk Darwins und in der Populationsgenetik	125

5.2	Die Vavilovschen Herkunftszentren der Kulturpflanzen und die Bedeutung der regionalen genetischen Vielfalt	127
5.3	Frankels Synthese ökonomischer, ökologischer und ethischer Begründungen zum Schutz genetischer Vielfalt und evolutiver Potentiale	128
5.4	Artensterben und Umweltkrise als Ende der Evolution?	132
6	Biodiversität und Evolution	138
6.1	Kurze Begriffsgeschichte: Biodiversität als umweltpolitisches Kunstwort	139
6.2	Theoretische Implikationen: Biodiversität als Leerformel oder als Brückenbegriff zwischen Evolutionsbiologie und Ökologie?	140
6.3	Metatheoretische und ethische Implikationen: Biodiversität als Wiederentdeckung der Naturgeschichte	144
7	Kosmologien, Evolution und naturethische Entwürfe: erste Übersicht	151
7.1	Evolution in der christlichen Umweltethik: Naturvergessenheit, Verantwortung für die Schöpfung und Wissenschaftskritik	153
7.2	Evolution und der Streit um anthropozentrische und physiozentrische Begründungen der Naturethik	156
7.3	Ökologische Kosmologie und evolutionsbiologische Anknüpfungspunkte in Aldo Leopolds »land ethic«	159
7.4	Die Biophilia-Hypothese: biologistisch-kosmologische Säkularisierung der Verantwortung für die Schöpfung	162
Teil III Evolutionsprozesse - Naturschutzziele - Naturschutzpraxis:		
	Fallbeispiele	171
8	Evolutionsbegriff und Natur-Vorstellungen in der Gentechnikdebatte: Werturteile hinsichtlich der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen	173
8.1	Problematik, Begriffsklärungen und These	173
8.2	»Natürlichkeit« der Gentechnik: Evolution als Kriterium?	177
8.3	Interpretation der Gentechnik mit Hilfe des Evolutionsbegriffs: Naturphilosophische und gesellschaftspolitische Hintergründe	184
8.4	Naturbild, Evolution und Gentechnik: Fazit	190
9	Evolution und Naturschutzziele: Prozeßschutz, Kulturlandschaftsschutz, Erhaltung evolutiver Potentiale	194

9.1	Der Evolutionsbegriff in den Konzeptionen des Prozeßschutzes	194
9.2	Prozeßschutz als Sicherung unbehinderter Evolution versus Kulturlandschaftsschutz?	201
9.3	Evolutionale Potentiale? Mögliche Operationalisierungen für Evolutionsökologie und Naturschutz	202
10	Evolutionsgenetische Methoden und Konzepte im Naturschutz: Übersicht, Anwendungsbeispiele und Implikationen	208
10.1	Genetik im Arten- und Biotopschutz: kurze Übersicht	209
10.2	Genetische Diversität im Naturschutz: theoretische und methodische Aspekte der Renaissance des Artenschutzes	210
10.3	Genetische Diversität als Kriterium im Arten- und Biotopschutz: praktische Implikationen	214
Teil IV Evolution - Naturschutz - Ethik:		
	Synthese und Fazit	217
11	Evolutionsbiologie, Organismusbegriff und metaphysische Interpretation	219
11.1	Organismusbezogene Ansätze für Evolutionsbiologie und Ökologie	219
11.2	Konsequenzen für den Naturschutz	224
11.3	Hans Jonas' metaphysisches Organismuskonzept: methodische Probleme und ethische Implikationen	227
12	Evolution als normative Idee in der Naturethik: analytisch-dualistische versus utopisch-dialektische Naturmetaphysik	232
12.1	Evolution und Teleologie: Abschaffung, Wiedereinführung und moralische Suggestivität eines Telos in der Natur	233
12.2	Evolution als Chiffre für die instrumentelle »Klugheit« der Natur: Fehlerfreundlichkeit und Offenhalten von Optionen	242
12.3	Evolution als metaphysische Skizze der Welt: Die Weisheit der natürlich evolvierten Natur versus die Utopie des Noch-Nicht-Seienden.	246
13	Evolution als Handlungsanleitung und Naturschutznorm?	262
	Zusammenfassung	274
	Literatur	279
	Tabellenverzeichnis	308

Vorwort und Dank

Diese Studie ist eine leicht überarbeitete Fassung meiner Dissertation, verfaßt am Interfakultären Zentrum für Ethik in den Wissenschaften der Eberhard-Karls-Universität Tübingen und angenommen von der dortigen Fakultät für Biologie. Von Oktober 1994 bis Juli 1995 wurde die Arbeit im Rahmen des Graduiertenkollegs »Ethik in den Wissenschaften« von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Ab August 1995 bis März 1998 waren die Untersuchungen Teilprojekt des Forschungsvorhabens »Die Bedeutung der Ökologie für Bewertungsfragen im Naturschutz – Eine kritische Analyse normativer Implikationen biologischer Theorien« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), Förderschwerpunkt Arten- und Biotopschutz (Förderkennzeichen 0339561). Die Fertigstellung für die Publikation erfolgte Ende Dezember 1998 am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin.

Herrn Professor Wolfgang Maier (Lehrstuhl Spezielle Zoologie, Universität Tübingen) danke ich für sein spontanes Interesse an diesem interdisziplinären Unterfangen und die damit eröffnete Möglichkeit, der Fakultät für Biologie institutionell verbunden zu bleiben. Gedankt sei ihm ebenso für ausführliche, stets anregende und hilfreiche Diskussionen über praktische und theoretische Fragen der Evolutionsbiologie. Herr Professor Reiner Wimmer (Zentrum für Ethik und Philosophische Fakultät, Universität Tübingen) hat mir als Gutachter, als Leiter des Graduiertenkollegs und als Projektleiter in vielfacher Hinsicht den Rücken gestärkt. Ich danke ihm gleichfalls für seine inhaltliche Betreuung, präzise Kritik und verständnisvolle Geduld als Lehrer im Gebiet der philosophischen Ethik.

Im ersten Gespräch mit Uta Eser Anfang 1993 entstand die vage Idee eines gemeinsamen Projekts. Seitdem haben wir aufs Trefflichste gute Freundschaft, Kollegialität und Forschung verbinden können. Auch allen anderen KollegInnen des Graduiertenkollegs und des Zentrums für Ethik in den Wissenschaften möchte ich in diesem Zusammenhang meinen Dank aussprechen,

nicht zuletzt den zeitweiligen Projektmitarbeitern Jens Badura und Daniel Effinger für ihre Hilfe bei der Literaturbeschaffung.

Für ihr Interesse, ihre Diskussionsfreude und ihre Freundschaft danke ich weiter sehr herzlich allen Mitgliedern des »Arbeitskreises Berufsbild und Selbstverständnis in der Biologie« (AK BuSiB e.V.), der »Arbeitsgruppe Interdisziplinäre theoretische Forschungsansätze in der Biologie« (AG Theoretische Promotion) sowie der Arbeitsgruppe »Theorie und Geschichte in der Ökologie«.

Kritische Kommentare und hilfreiche Hinweise zu Teilentwürfen der Arbeit verdanke ich Jens Badura, Heike Baranzke, Uta Eser, Sigrid Graumann, Vera Hemleben, Heidrun Hesse, Kurt Jax, Herman Jutkeit, Wolfgang Maier, Karl-Heinz Potthast, Barbara Potthast-Jutkeit, Skúli Sigurdsson, Ludwig Trepl, Reiner Wimmer und Monika Wächter.

Allen zeitweiligen MitbewohnerInnen oder GastgeberInnen der letzten Jahre möchte ich für ihre Solidarität und Toleranz danken. Claudia Stöckl hat dankenswerterweise das Buchmanuskript korrigiert und mich in dieser anstrengenden Schlußphase auch persönlich sehr unterstützt.

Dem Förderschwerpunkt »Arten- und Biotopschutz« des BMBF verdanke ich den Druckkostenzuschuß für die Veröffentlichung.

1 Einleitung und Fragestellung

Das Unternehmen einer Untersuchung über »die Evolution« und »den Naturschutz« eröffnet Möglichkeiten unterschiedlichster Betrachtungsweisen und Facetten der Thematik – und zwingt zur Auswahl. Ausgangspunkt für meine Studie war die Beobachtung, daß die Rede von »der Evolution« in polarisierten naturschutzpolitischen Auseinandersetzungen von ProtagonistInnen jeweils beider Seiten erklingt. Stellen die einen beispielsweise fest, daß Naturzerstörung zur Gefährdung seltener Arten, deren weiterer Evolution und damit der Prozesse im ökologischen Gesamtkontext führt, betonen die anderen, daß in der Evolution ohnehin »alles fließt« und daher das Beharren auf Erhaltung bestimmter Zustände wissenschaftlich antiquiert sei, und daß man durchaus Populationen und Gebiete verändern oder gar opfern könne. Als deutlich moralischer Diskurs zeigt sich der Streit darüber, ob die Gentechnik eine neue – moralisch bedenkliche – Qualität der Naturveränderung und der evolutiven Prozesse mit sich bringt oder ob jene doch gerade – moralisch erlaubte – Mechanismen der Evolution imitiere. Sowohl der Schutz der Biologischen Vielfalt, die Forderung nach Prozeßschutz oder eben die Abschätzung ökologischer Gefährdungen der Gentechnik werden mit »Erkenntnissen« der Evolutionsforschung zu begründen versucht. Mit diesen Bezügen auf einen naturwissenschaftlichen Diskurs wirkt der Evolutionsbegriff in zweifacher Weise: auf der Ebene theoretischer Grundlagen und praktischer Fragen des Naturschutzes sowie im Bereich moralischer Grundlagenfragen der Naturethik. Damit ist das Feld meiner Untersuchung umrissen. Die Rolle der Evolution im Naturschutz soll auf naturwissenschaftlicher, praktisch-operationaler und ethischer Ebene analysiert werden. Ich gehe dabei so vor, die Ebenen nacheinander darzustellen, dennoch aber jeweils Querverbindungen aufzuweisen. Interdisziplinarität stellt sich in mehreren Durchgängen durch die Aspekte der Evolution im Rahmen eines »iterativen« Verfahrens her. Mit Hilfe der Querverweise und der Wiederaufnahme von Aspekten soll sich dabei ein Mosaik formieren. Mit diesem Bild der Evolution und des Natur-

schutzes strebe ich keine Vollständigkeit an; es läßt aber die entscheidenden Konturen und manches bedeutsame Detail erkennen. Auskunft wird ebenfalls gegeben, auf welche Bestandteile ich zurückgreifen würde, um einen den Möglichkeiten und Grenzen angemessenen Entwurf der zukünftigen Rolle »der Evolution« im Naturschutz und in der Naturethik zu formulieren – auch und gerade gegen das herrschende Bild.

Ein so breit angelegtes Thema wie das der Evolution und des Naturschutzes kann nicht mit Anspruch auf Vollständigkeit bearbeitet werden. Die naturwissenschaftliche, naturschutzfachliche und moralphilosophische Literatur ist auf deutsch- und englischsprachige Arbeiten beschränkt, und Fragen des Naturschutzes sind auf den mitteleuropäischen Kontext fokussiert, wobei die Diskussion der Biodiversitätskonzeption auch die internationale Naturschutzpolitik betrifft. Eine im Rahmen dieser Untersuchung nicht leistbare Darstellung regionaler, nationaler und kontinentaler politischer Unterschiede der Naturschutzpraxis, der Gesetzgebung und der Agierenden, gerade in ihrer Rezeption naturwissenschaftlicher Praktiken und Theorien, wäre noch sehr lohnenswert.

Die vorliegende Arbeit bietet eine interdisziplinäre wissenschaftsethische Analyse der Perspektiven, welche die Evolutionsbiologie für Ökologie, Naturschutz und Ethik eröffnet hat oder zukünftig eröffnen kann. In den letztgenannten drei Disziplinen sind insbesondere in den letzten Jahren weitreichende Erwartungen, zum Teil aber auch skeptische Einschätzungen in bezug auf die Integration evolutionsbiologischer Aspekte formuliert worden. Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick und eine kritische Beurteilung dieser Integrationsversuche vorzunehmen. Als Ergebnis wird eine organismusbasierte, an Populationen und Arten orientierte Theorie (auch) für den Naturschutz vorgeschlagen. Weiter möchte ich die These begründen, daß evolutionstheoretische und ethische Argumentationen weder in praxisbezogenen Diskursen noch auf der theoretischen Ebene vollständig getrennten Sphären zugewiesen werden können. Naturwissenschaft und Ethik beruhen im Kontext des Naturschutzes auf meist verdeckten und nicht reflektierten naturmetaphysischen Grundlagen – und zwar entweder auf einer analytisch-dualistischen, das »Natürliche« gegenüber dem Anthropogenen bevorzugenden oder auf einer utopisch-dialektischen, teleologisch orientierten Ontologie der Evolution.

Gordon Orians, der frühere Präsident der »Ecological Society of America« kennzeichnete mit der Parole »130 years without Darwin is too long« (Orians 1998:15) das Desiderat einer Verknüpfung von Evolutionsbiologie, Ökologie

und biologischer Anthropologie. Eine solche Zusammenführung und Vereinheitlichung von Theorien in der Biologie gilt als notwendig zur besseren Fundierung der wissenschaftlichen Grundlagen des Naturschutzes (Haber 1979). Mit Blick auf ethische Fragen wird in unterschiedlicher Weise versucht, Moral und Moralfähigkeit evolutionsbiologisch zu erklären (vgl. die Idee der »Biophilia«, Kellert & Wilson 1993) sowie Normen aus evolutionsbiologischen Erwägungen heraus zu formulieren und zu begründen (Lorenz 1973, Wilson 1980). Vor allem Soziobiologie und Evolutionäre Ethik stehen in der Kritik, einen naturalistischen Fehlschuß zu begehen und ein biologistisches Menschenbild zu propagieren (Lewontin *et al.* 1988).

In einem zweiten, ganz anderen Sinn hat die Evolution als biologischer Prozeß Bedeutung im Naturschutz und in der Ethik gewonnen, insofern natürliche Evolutionsprozesse zunehmend als bedroht gelten (Myers 1979, Ward 1995). Diese hauptsächlich anthropogene Bedrohung hat Fragen nach der menschlichen Verantwortung für die Evolution (Huxley 1963, Frankel 1970, 1974; »Politics is about evolution«, Anderson 1987:1) sowie für die Sicherung evolutiver Prozesse als Naturschutzziel aufgeworfen (Scherzinger 1990, Blab *et al.* 1995). Die Erhaltung der Prozesse und Produkte der Evolution ist Gegenstand moralischer Verpflichtung geworden.

Mit solchen Perspektiven sind interdisziplinäre Bereiche angesprochen, von denen vier Gegenstand dieser Studie sein sollen: erstens die Integration zweier Teildisziplinen der Biologie, zweitens die Bedeutung wissenschaftlichen Theoriwandels für den Naturschutz, drittens mögliche Konsequenzen für die ethische Fundierung des Naturschutzes. Viertens verweist die Evolutionsthematik auf allgemeine Fragen der Legitimation menschlichen Handelns, wenn der Evolutionsbegriff Teil weltanschaulicher und politischer Fragen wird. Ergeben sich mit Bezug auf die Evolution Konsequenzen für Werturteile, beispielsweise der Wertschätzung unbeeinflusster Prozesse, bezüglich der »Natürlichkeit« oder »Widernatürlichkeit« gentechnischer Eingriffe oder der Bestimmung des Mensch-Natur-Verhältnisses?

Diese vielgestaltigen mit der »Evolution« verbundenen Aspekte sollen im folgenden detailliert untersucht und ihre Querverbindungen herausgearbeitet werden. Was verbirgt sich hinter dem Begriff »Evolution«, welche wissenschaftlichen Theorien, welche Metaphorik, welche Naturbilder sind mit ihm verbunden, wenn er im Naturschutz und in der Ethik verwandt wird? Welche Zusammenhänge bestehen zwischen der Stammesgeschichte der Lebewesen (Evolution), der Veränderlichkeit ökologischer Systeme, der Evolutionsbio-

logie als naturwissenschaftlicher Disziplin sowie den Methoden, Zielen, Begründungen und den damit verbundenen Wertannahmen des Naturschutzes? Um zu klären, inwiefern Evolutionsbiologie etwas mit Normbegründungen für den Naturschutz zu tun hat, sind evolutionsbiologische Grundlagen einer moralphilosophischen Begründung des Naturschutzes aber auch normative Aspekte innerhalb empirischer Aussagen über »die Natur« zu analysieren. Dazu untersuche ich zum einen die naturwissenschaftlichen Grundlagen, auf die jede Naturschutzkonzeption und -ethik aufbauen muß, um nicht die Sache zu verfehlen. Zum anderen geht es um die Analyse normativer Voraussetzungen, die offen oder verdeckt bereits in naturwissenschaftlichen Entwürfen enthalten sind.

Zur Bearbeitung dieser Thematik kann nicht auf eine etablierte Methodik zurückgegriffen werden. Umfangreichere Vorüberlegungen sollen daher der Entwicklung eines neuen wissenschaftsethischen Ansatzes gewidmet sein, in dem auch dessen epistemologische und praktische Grundlagen dargelegt werden. Entsprechend der Ausrichtung dieser Untersuchung werde ich mich auf Aussagen von NaturwissenschaftlerInnen [durch das Suffix »-Innen« sollen Frauen und Männer sprachlich möglichst wenig umständlich benannt werden; T.P.], insbesondere aus der Biologie, konzentrieren, die unter Rekurs auf naturwissenschaftliche Befunde zur Evolution getroffen werden. In zweiter Linie geht es um die Rezeption evolutionsbiologischen Gedankengutes durch Philosophie und Gesellschaftswissenschaften. Außerdem werden philosophische und wissenssoziologische Theorien über die Biologie als Wissenschaft einbezogen. Als ein Ergebnis dieser Untersuchungen sollen Wenn-dann-Matrizes bezüglich »Theoriestandpunkt – Objektbezug – normativer Konsequenzen« entworfen werden, die für bestimmte Positionen auf der Theorieebene Folgerungen und Implikationen auf den anderen Ebenen formulieren. Es ist gefragt, welche Elemente die Evolutionsbiologie für die oben genannten Fragen einbringt, vor allem bezüglich der Verknüpfung mit der Ökologietheorie. Dabei werden auch mögliche oder bestehende Widersprüche zwischen Theorien sowie in sich widersprüchliche Positionen zu diskutieren sein.

Die vier Zugänge zur Gesamtthematik bestimmen nach der Entwicklung meiner Systematik im Kap. 2 die Gliederung der Studie: Biologietheoretisch wird die Integrationsmöglichkeit von Konzepten der Evolutionsbiologie und Ökologie geprüft (Teil I). Die begriffsgeschichtliche metaethische Analyse widmet sich der Genese und unterschiedlichen Herkunft des Evolutionsbegriffs zur Begründung des Naturschutzes (Teil II). Für Umweltpolitik und

Naturschutzforschung stehen die theoretische und praktische Bedeutung der Evolutionsbiologie zur Debatte (Teil III), und abschließend wird nach den naturwissenschaftlichen und philosophischen Hintergründen und Möglichkeiten für eine normative Auffassung evolutiver Prozesse gefragt (Teil IV).

1.1 Evolution und Naturschutz: Theorie des Wandels und bedrohte Phylogenie

Nicht zuletzt als Resultat ungelöster Einzelfallkonflikte in der Praxis wird seit über zwei Jahrzehnten auf einer allgemeinen Ebene kontrovers diskutiert, welche natürlichen oder anthropogenen Einheiten der nichtmenschlichen Natur auf Grundlage welcher wissenschaftlichen Theorien und welcher ethischen Begründungen zu schützen seien (Hampicke 1993). Mit der Veränderung der Natur durch die menschliche gesellschaftliche Arbeit, insbesondere aber aufgrund globaler Zerstörungswirkungen sind »die Evolution« als Ganze und Problemstellungen der Evolutionsbiologie in den Blick des Naturschutzes geraten.

Alle Lebewesen des Planeten Erde entstanden in der Stammesgeschichte als unterschiedliche Produkte ein- und desselben zusammenhängenden Evolutionsprozesses (Darwin 1888/1859). Menschen beeinflussen inzwischen den Verlauf der Evolution auf vielfältige Weise. Zum einen ist *Homo sapiens sapiens* als biologische Art ein Produkt der Stammesgeschichte und seit seiner Entstehung Bestandteil des ökologischen Geschehens und der biotischen Evolution. Zum anderen hat aufgrund kultureller und technischer Fertigkeiten der Einfluß der Menschheit auf die nicht-menschliche Natur ein grundsätzlich neues Ausmaß angenommen (Anderson 1987, Schmitt 1993). Die Entwicklung kann sehr grob durch folgende Schritte gekennzeichnet werden: erstens die Ausrottung großer Weidegänger durch Jagd und daraus resultierende Verwaldung, zweitens die großflächige Rodung und Umgestaltung der Wälder seit der Neolithischen Revolution durch Ackerbau und Viehzucht (Geiser 1992, May 1993, Drüke *et al.* 1995); drittens die Überwindung der natürlichen Ausbreitungsgrenzen für Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen, die seit Beginn der weltweiten Kolonialisierung durch europäische Staaten ab 1500 stark zunahm (Elton 1958, Drake *et al.* 1989, Crosby 1991), viertens die Industrialisierung der Güterproduktion und der Landwirtschaft seit dem 19. Jahrhundert (Carson 1962, Worster 1995).

Diese Aktivitäten haben insbesondere seit Mitte dieses Jahrhunderts (technokratischer Schub durch den »Kalten Krieg«; »Grüne Revolution« der Landwirtschaft) in *weltweitem* Maßstab die Natur nicht nur allmählich verändert; vielmehr hat die großräumige Zerstörung natürlicher und naturnaher Lebensräume einen erheblichen Verlust an Arten und Lebensgemeinschaften verursacht (Myers 1979, Ehrlich & Ehrlich 1991). Es wird häufig betont, daß solche Zerstörungen sich gleichzeitig negativ auf Menschen auswirken bzw. vor allem in Zukunft auswirken werden (z.B. Wilson 1991, 1992a,b). Mit der Entwicklung gentechnischer Methoden und den seit Mitte der 1980er Jahre durchgeführten Freisetzungen transgener Organismen wird derzeit möglicherweise ein weiterer neuer Schritt der Umgestaltung der Evolution vollzogen (Chadarevian *et al.* 1991, Bartsch & Sukopp 1993, Weber 1993).

Die Geschwindigkeit des Aussterbens wildlebender Arten hat auch im Vergleich mit früheren Aussterbeperioden in der Erdgeschichte so zugenommen, daß ein Ende der bislang gekannten Stammesgeschichte – »The end of evolution« (Ward 1995) – droht: Bleibt die Zerstörungsrate der Lebensräume weiterhin hoch wie derzeit, können irgendwann die zunächst übriggebliebenen Spezies sich aufgrund der raschen globalen anthropogenen Veränderungen nicht mehr erhalten (Wilson 1992b, Ward 1995). Vor dem Hintergrund eines solchen Szenarios erscheint eine Pflicht zur Aufrechterhaltung und Sicherung der Evolutionsprozesse zunächst unmittelbar einleuchtend.

Für die Beschreibung der ökologischen Folgen menschlicher Eingriffe in die Natur, zur Ursachenanalyse und für Prognoseversuche werden biologische Theorien verwandt, beispielweise Konzepte der Inselökologie (MacArthur & Wilson 1967), Populationsgenetik (Wöhrmann & Loeschcke 1984), Sukzessionsforschung (Drury & Nisbet 1973) und Ökotoxikologie (Carson 1962). Auf deren Grundlage werden auch konkrete Naturschutzmaßnahmen zur Analyse der Habitatfragmentierung, zur Bestimmung von Mindestarealen und Mindest-Populationsgrößen wildlebender Arten vorgenommen (vgl. Settele *et al.* 1996). Es besteht allerdings innerwissenschaftlich Einigkeit darüber, daß Prognosen des weiteren Verlaufs der Evolution unmöglich sind (Mayr 1991, Eigen 1992, Schmitt 1993, Wöhrmann *et al.* 1993). Auch ökosystemare Entwicklungen sind kaum generell prognostizierbar (Clark 1985, Breckling 1992, Hastings & Higgins 1994). Dies schließt aber Aussagen zu Folgen spezifischer Ereignisse – skalenbezogen und als Plausibilitätserwägungen oder als Wahrscheinlichkeitsaussagen – nicht aus (Jax *et al.* 1996).

Nicht nur die Bedrohung ökologischer und evolutiver Prozesse durch Menschen, sondern auch der nichtanthropogene »natürliche« Wandel ökologischer Systeme, also dynamische Prozesse jenseits von Fließgleichgewichten, rücken seit etwa 25 Jahren vermehrt ins Blickfeld der Biologie, des Naturschutzes und der Naturethik. Dabei geht es insbesondere um Veränderungen von Lebensgemeinschaften, aber auch um die Veränderlichkeit der Arten selbst. Im Kontext der Diskussionen um die Nachhaltigkeit haben die Biologische Vielfalt (»Biodiversität«) und die Forderung zur »Erhaltung evolutiver Potentiale« große Bedeutung erhalten und sind insbesondere im Kontext der Rio-Konferenz der Vereinten Nationen (United Nations 1992) formuliert worden. Die Naturschutzbehörden im deutschsprachigen Raum haben diese Idee aufgegriffen, und der Schutz evolutiver Potentiale bzw. der Evolutionsprozesse wird als Naturschutzziel und -begründung inzwischen fast selbstverständlich vorausgesetzt. So betonen führende Mitarbeiter des Bundesamtes für Naturschutz im Zusammenhang von Biodiversität und Naturschutz:

»Ziel des Naturschutzes ist es letztendlich, natürliche Prozesse zu erhalten, d.h. Anpassung, evolutive Weiterentwicklung, aber auch Artbildung. [...] Ein Hauptziel des Naturschutzes ist es, den Gesamtbestand an Tier- und Pflanzenarten und ihre Lebensgemeinschaften in ihrer naturgegebenen bzw. kulturhistorisch gewachsenen räumlichen Vielfalt unter den Bedingungen der Auslese so zu sichern, daß die natürliche Entwicklung der Arten gewährleistet ist, d.h. die Evolution möglichst unbehindert weitergehen kann.« (Blab *et al.* 1995:13)

Stellvertretend für die nichtstaatlichen Naturschutzorganisationen sei aus dem »Aktionsprogramm Arten- und Biotopschutz« des »Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland« (1994) zitiert:

»Ziel eines umfassenden Arten- und Biotopschutzes muß daher die Erhaltung und Ermöglichung dynamischer Prozesse sein[,] und [Arten- und Biotopschutz muß] sich an einem Ökosystem- und Evolutionsschutz orientieren. Evolutionsschutz bedeutet, daß Bedingungen geschaffen werden, unter denen auch Variationen entstehen und natürliche Selektionen wirken können.« (ebd.:5)

»Es ist naheliegend[,] durch Unterstützung der den Genaustausch fördernden Strukturen, durch Verschiebung der Inseln, Vergrößerung der Areale und Vernetzung der Lebensräume die ursprünglich evolutiven Vorgänge wieder zu fördern.« (ebd.:7)

Auch in der Naturschutzpresse wird inzwischen »die Evolution« propagiert. Als Reaktion auf eine konstatierte »tiefe Krise« des Naturschutzes plädiert Haltmeier in der Zeitschrift »natur« für »neue Wege, die den Gesetzen der Ökologie und der Evolution folgen« (Haltmeier 1995:27).

»Wichtiger als die schiere Zahl der Tier- und Pflanzenarten eines Ökosystems ist deren Fähigkeit, sich schnellen Umweltveränderungen oder gar Katastrophen dynamisch-evolutionär anzupassen.« (ebd.:45)

Solche Forderungen sind explizit mit Bezug auf ökologische und evolutionsbiologische Theorien begründet, beispielsweise die Inselbiogeographie (MacArthur & Wilson 1967), das Metapopulationskonzept (Lewins 1968, vgl. Reich & Grimm 1996) oder die Mosaik-Zyklus-Theorie (Remmert 1991; vgl. Böhmer 1997). Die Populationsgenetik (Bender 1992, Loeschke *et al.* 1994) und inzwischen auch die Gentechnik (Moore *et al.* 1992) sind Gegenstand naturschutzbezogener Forschung. Bedeutender als der Einsatz gentechnischer Methoden in der Naturschutzforschung ist allerdings die Diskussion um die ökologischen Auswirkungen der Gentechnik. In diesem Zusammenhang werden Verweise auf »die Evolution« in letzter Zeit immer häufiger ins Feld geführt. Sie beziehen sich auf grundsätzliche moralische und politische Fragen der Rechtfertigung der Technik und speziell auf die ökologische Risikoabschätzung der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen (Markl 1986b, Chadarevian *et al.* 1991, Weber 1993; siehe Kap. 8). Veränderlichkeit der Natur und die zukünftige Evolutionsfähigkeit der belebten Welt erscheinen nicht nur als Grundlage menschlichen Lebens sondern auch handlungsleitend sowie zuweilen – gemäß bestimmter ethischer Positionen – auch als Selbstzweck bedeutsam.

Meine erste Arbeitshypothese lautet daher: Vorstellungen zur Stabilität, Veränderlichkeit und Evolutionsfähigkeit ökologischer Systeme bestimmen maßgeblich die Bewertungen des menschlichen Umgangs mit der Natur. Denn offensichtlich hängt der Sinn der Idee, die Natur in einem bestimmten Zustand zu schützen, davon ab, ob sie bestimmte gleichbleibende Eigenschaften aufweist. Ein sich unvorhersehbar entwickelndes Verhalten des zu schützenden Gutes, bei dem »natürliche Veränderlichkeit« das entscheidende Charakteristikum darstellt, müßte ganz andere Schutzkonzepte und Begründungen nahelegen. Das Ziel einer Erhaltung des status quo (oder eines status quo ante bei Renaturierungen) erscheint unter der Annahme natürlicher Dynamik der Veränderung nicht ohne Zusatzannahmen plausibel. Im Laufe der Arbeit wird genauer ausgeführt, wie die Begriffe von Veränderlichkeit, Dynamik und Stabilität in Ökologie, Evolutionstheorie und naturschutzethischen Entwürfen verstanden werden und inwiefern sie einander ausschließen oder miteinander vereinbar sind.

1.2 Evolution und Ethik: Biologie als Basis philosophischer und ethischer Theorien

Zieht man eines der evolutionsbiologischen Standardlehrbücher zu Rate, so erscheint die Sachlage eindeutig (Futuyma 1986a): Evolutionsbiologie ist eine integrierende Metadisziplin der verschiedenen biologischen Forschungsrichtungen und wie jede Naturwissenschaft ethisch vollkommen neutral. Jede Ableitung normativer Sätze aus »der Evolution« oder aus Teilkonzepten der Evolutionstheorie ist nach Futuyma mit dem Verweis auf den naturalistischen Fehlschluß (Moore 1978/1903; genauer siehe Kap. 8) zurückzuweisen.

Allerdings liegen die Bereiche von Fakten und Normen zumindest in der Praxis nicht so klar getrennt. Bereits der Hinweis auf das dramatische Ausmaß des Artensterbens ist mit einem moralischen Appell zum Schutz der Evolution verbunden, der sich durch die Kenntnisse der Evolutionsforschung nicht nur informiert sondern legitimiert sieht (vgl. Wilson 1992a). Systematisch ist also zu erwägen: Welchen Einfluß hat die Evolutionslehre mit ihrem Daten- und Theoriegebäude auf normative Fragen – insbesondere solchen des Naturschutzes? Können Handlungsanweisungen abgeleitet und können sogar neue Normen aufgrund evolutionsbiologischer Erwägungen aufgestellt werden? Der allgemeinere Kontext für meine Erörterungen ist folgender:

- Innerhalb der Biologie ist Theodosius Dobzhanskys Diktum wohl allgemein akzeptiert: »Nothing makes sense in biology except in the light of evolution« (Dobzhansky 1973:125). Demnach ist Evolutionstheorie als fundamentale Theorie der gesamten Biologie zu verstehen und dementsprechend zu berücksichtigen.
- Aufgrund der Nutzungsmöglichkeiten für Medizin, Landwirtschaft, Umwelt- und Naturschutz sowie in der Biotechnologie wird die Biologie zur handlungsleitenden Wissenschaft, die gesellschaftliche Entwicklungen maßgeblich beeinflusst (Herbig & Hohlfeld 1990). Biologische Theorien werden als Grundlage für politische Entscheidungen herangezogen. Dabei beschränken sich beispielsweise Ehrlich & Ehrlich (1971, 1981), Wilson (1975), Odum (1980) oder Markl (1986a, 1994, 1995) nicht auf die naturwissenschaftlich-technische Expertise, wenn sie die Initiative ergreifen, um unter Berufung auf die Biologie Orientierungswissen zu gesellschaftlich umstrittenen Fragen zu liefern. »Biologie als Schicksal« lautet ebenso provozierend wie programmatisch der deutsche Buchtitel von Wilson (1980). Ist aber die Evolutionstheorie zur Handlungsorientierung geeignet?

- Aus der Perspektive einer Wissenschaftsethik formuliert Ott für jede Tätigkeit der Forschenden: »Das Verhältnis von Praxis und Ethik ist kein Außenverhältnis; vielmehr sind normative Fragestellungen praxisimmanent. Folglich sind sie auch wissenschaftsimmanent. Zu ihrer Lösung bedarf es eigenständiger ethischer Begründungsanstrengungen« (Ott 1997:124f.). Eine Trennung von Wissenschaft und deren gesellschaftlicher Bewertung ist zwar methodisch erwünscht, kann und darf aber nicht dazu führen, daß moralische und politische Fragen aus der Wissenschaftspraxis vollständig ausgelagert, ignoriert und/oder an andere Institutionen delegiert werden.

Damit ist das Spannungsverhältnis, das in dieser Arbeit genauer bestimmt werden soll, angedeutet: Selbstverständlich können Erkenntnisse der Biologie – hier insbesondere der Evolutionstheorie und der Ökologie – nicht als grundsätzlich irrelevant für ethische Fragen zum Umgang mit der Natur bezeichnet werden. Gleichfalls ist aber eine Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse auf die Formulierung normativer Aussagen problematisch. Gerade in ihrer Rolle als übergreifende Theorie der Biologie wird die Evolutionslehre für ethische Fragen in zwei systematisch zu trennenden Bereichen relevant:

Kausales Agens in Erkenntnis und Moral: Evolutionäre Erkenntnistheorie und Evolutionäre Ethik

Die darwinistische Konzeption von »Mutation und Selektion« hat erhebliche Erweiterungen des Gegenstandsbereiches erfahren. Die Theorie langfristigen Wandels aufgrund von differentieller Selektion wurde auf die Analyse der menschlichen Gesellschaft bezogen, einschließlich der Betrachtung von Werten und Normen (Spencer 1996/¹1867, T.H. Huxley 1989/¹1894). Insbesondere der Pragmatismus (Peirce 1906) hat evolutionäres Denken darwinistischer Lesart für die Philosophie stark gemacht. Bayertz (1993) nennt folgende Bereiche, in denen evolutionsbiologische Erklärungs- und Deutungsversuche mehr oder weniger eigenständige Theorien geprägt haben: Evolutionäre Metaphysik, Evolutionäre Erkenntnistheorie, Evolutionäre Wissenschaftstheorie, Evolutionäre Technikphilosophie, Evolutionäre Ästhetik und Evolutionäre Ethik. Die Evolutionstheorie bildet in der Evolutionären Erkenntnistheorie (Lorenz 1941, 1943, Vollmer 1975; Übersicht bei Bradie 1986, zur philosophischen Kritik Engels 1988) und in der Evolutionären Ethik (Leyhausen 1974, Ruse 1986; zur Kritik Rottschaefer 1991) die Grundlage für eine biologische Erklärung menschlicher Erkenntnis und Moral. Bezüglich der Umweltethik ist das Konzept der »Biophilia«, die Idee einer angeborenen

Zuneigung zur Natur, relevant (Kellert & Wilson 1993; siehe Kap. 7.5).

Objekt der Ethik: Evolutive Prozesse als Naturschutzziel

Der Begriff »Evolutionäre Ethik« wird für zwei sehr unterschiedliche Konzeptionen verwandt. Die oben erwähnte – und allgemein verbreitete – erhebt den Anspruch einer naturwissenschaftlichen Analyse und Erklärung moralischer Verhaltensweisen des Menschen und normativer »Spielregeln« des gesellschaftlichen Zusammenlebens. Die andere Konzeption von »Evolutionärer Ethik«, wie sie Frankel (1974:54) formuliert hat, behandelt Evolution nicht als kausalen Erklärungsgrund des moralischen Verhaltens, sondern als *Gegenstand moralischer Verpflichtung*: Die Entwicklung des Lebens im Rahmen evolutiver Prozesse auf der Erde stelle einen Wert dar; ihn zu erhalten, erscheint als moralisch geboten. Evolution wird zum Schutzgut und die Sicherung der Bedingungen für natürliche, vom Menschen unbeeinflusste Evolutionsprozesse ein Schutzziel. Als Stichworte seien genannt: Vielfalt erhalten und vermehren, evolutionäre Potentiale nicht einschränken, Evolutionsprinzipien zur Technikbewertung heranziehen. Solche »wissenschaftlich begründeten« Forderungen enthalten implizit Normen und Werte, die aber selten Gegenstand der Reflexion und Diskussion sind. Es bleibt in der einschlägigen Literatur zumeist unklar, in welcher Weise die positive Bezugnahme zu offenen, evolvierenden ökologischen Systemen begründet ist und welche Konsequenzen für praktisches Handeln sich daraus ergeben (sollen). Ist eine Naturschutzmaßnahme moralisch gut, wenn sie sich auf natürliche Evolutionsprozesse bezieht oder wenn Analogien mit solchen Prozessen bestehen?

Meine zweite Arbeitshypothese lautet: Analogisierungen mit oder Rekurse auf evolutive Prozesse sollen der – im einzelnen inhaltlich sehr unterschiedlichen – ethischen Begründung von Zielen und Handlungsanweisungen in Natur- und Umweltschutz dienen.

1.3 Systematischer und methodischer Ansatz: drei Aspekte der Evolution als Handlungsanleitung

»Wie man dabei vorgehen sollte, also die Methodologie der Sache, sollte wohl zu den Vorerwägungen gehören. Tatsächlich aber wird sie immer erst nachher angestellt und setzt voraus, daß man schon zu glaubwürdigen Ergebnissen gelangt ist.« (Sohn-Rethel 1970:31)

In systematischer Absicht seien drei Themenkomplexe zur Bedeutung von »Evolution« als Handlungsanleitung unterschieden, die gleichzeitig die Gliederung der Arbeit vorgeben:

- *Naturwissenschaftsimmanenter Aspekt*: In welcher Weise bietet die Verknüpfung von Evolutionsbiologie und Ökologie neue Einsichten in die Funktionsbezüge der Natur, und inwiefern hat dies Auswirkungen auf die grundlegenden Theorien des wissenschaftlichen Naturschutzes?
- *Moralphilosophische Aspekte*:
 - a) Inwiefern trägt die Evolutionsbiologie zur wissenschaftlichen Stützung von Naturschutzbegründungen, insbesondere hinsichtlich der regionalen oder globalen Artenvielfalt und der zugrundeliegenden Prozesse bei?
 - b) Die normative Bedeutung der Evolution selbst: Soll die Erhaltung natürlicher Evolutionsprozesse ein Ziel des Naturschutzes sein? Dazu muß gefragt werden, inwiefern die Sicherung evolutiver Prozesse möglichst ohne direkte Beeinflussung des Menschen und jenseits von Nützlichkeits-erwägungen mit einer Wertzuweisung durch den Menschen oder als »Wert an sich« begründet werden kann. Weist die naturwissenschaftliche Konzeption und Beschreibung der Evolutionsprozesse bestimmte normative Elemente auf oder hat sie bestimmte Implikationen?
- *Operationaler Aspekt*: Welche Rolle spielt die Evolutionsbiologie zusammen mit den normativen Aspekten in konkreten Streitfällen, beispielsweise um die »Natürlichkeit« menschlicher Eingriffe und deren Folgenbeurteilung? Dazu gehört die Prüfung der Operationalisierbarkeit evolutionsbiologischer Aspekte in Richtung auf Begründung, Ausarbeitung und Umsetzung konkreter Entscheidungen, Maßnahmen und Strategien im Naturschutz.

Damit bewegt sich die vorliegende Untersuchung auf verschiedenen Feldern, die unterschiedliche methodische Zugänge erfordern:

- *Begriffs- und ideengeschichtliche Hinweise* sollen bezüglich aller drei Aspekte der Fragestellung die Genese und die Vorbedingungen der aktuellen Debatte erläutern.
- Eine *innerbiologische Evaluation von Theorien* untersucht die aktuellen Verknüpfungsmöglichkeiten von Evolutionsbiologie und Ökologie.
- Normative Prämissen und ethische Implikationen, also Voraussetzungen und Konsequenzen für ethische Werturteile, sind herauszuarbeiten, die sich aufgrund des Bezugs auf bestimmte wissenschaftliche Theorien ergeben; es wird eine *metaethische Analyse* vorgenommen.
- Meine *ethische Beurteilung* wird die genannten beschreibenden und analysierenden Teile der ethischen Betrachtung ergänzen, einen Ausblick auf die Konsequenzen der epistemologischen und metaethischen Darstellung geben und ein eigenes Konzept normativer Deutung des Evolutionsgedankens im Naturschutz vorschlagen.

Die Bestimmung des Verhältnisses von Evolutionsbiologie und Naturschutzethik soll in dieser Studie drei Ebenen – Naturwissenschaft, Naturschutz, Ethik – berücksichtigen und eine integrierende Zusammenführung vornehmen. Neben pragmatischen Einschränkungen des untersuchten Materials (siehe oben) muß notwendigerweise abstrahiert und generalisiert werden, denn die Verknüpfung und Integration kann nicht einfach in einer unübersichtlichen und nicht handhabbaren Summe disziplinären Wissens bestehen. Vor der thematischen Untersuchung soll daher im Kap. 2 ein systematisches Raster für das Verhältnis von (Natur)Wissenschaft und Ethik auch in bezug auf den Naturschutz entwickelt werden.

1.4 Erkenntnistheoretischer Ansatz: epistemischer und metaphysischer Status biologischer Einheiten

Sehr viele BiologInnen haben mehr oder weniger bewußt die erkenntnistheoretische Position Kants (1776/1781), vor allem aber die Wissenschaftstheorie im Denkstil Poppers (1973) zur Grundlage ihres wissenschaftlichen Wirkens gemacht. Von einer solchen Warte aus betrachtet kann und darf Naturwissenschaft keine Antwort auf die ontologische Frage geben, was das »Sein der Natur« ausmacht, da diese Frage unbeantwortbar sei, zumindest aber nicht zur Wissenschaft, sondern zur Metaphysik (und/oder der Religion) ge-

höre. Gleichwohl ist das naturwissenschaftliche Bild der Natur und ihrer Prozesse von entscheidender Bedeutung für jedes Naturverständnis und somit auch Ethik und Naturschutz: Ein Lehrbuch der Naturschutzbiologie präsentiert beispielsweise das – zumindest naiv anmutende – Motto »Evolution ist etwas Positives« (Primack 1995:24). Solche Formulierungen geben aber Anlaß zur Frage, was die Veränderlichkeits- und Evolutionsperspektiven auf der theoretischen Ebene für den Naturschutz bedeuten, welche Rolle die Evolutionsbiologie darin spielt bzw. zukünftig spielen könnte, und in welcher Weise dies positive oder negative moralische Bewertungen mit sich bringt.

Doch nicht nur Theorien über bestimmte Eigenschaften biologischer Objekte und ökologische Systeme bestimmen die Grundlagen der Bewertungen von Natur und die Naturschutzstrategien. Die Festlegung der Gegenstände selber ist zumeist nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick erscheinen mag: Im Gegensatz zu vielen individuellen Organismen oder lebensweltlich-konkret faßbaren Einheiten wie Wäldern oder Seen sind Arten, Lebensgemeinschaften und Ökosysteme ebensowenig sinnfällig wie abstrakte Funktionen und Prozesse. Vermittelt durch die Naturwissenschaft gehen solche Termini jedoch notwendig in allgemeinere Annahmen über die Natur ebenso wie in naturethische Entwürfe ein.

Zur Klärung der historischen Genese und allgemeiner Implikationen einer evolutionären Perspektive für Naturschutz und Umweltethik werden im Teil I zunächst die wissenschaftlichen Konzepte zur Veränderlichkeit (in) der Natur detaillierter vorgestellt. Sie greifen in unterschiedlicher Weise die Evolutionstheorie auf oder stellen Voraussetzungen für evolutionsbiologische Erwägungen dar. Dabei soll berücksichtigt werden, daß jede Konzeption der Evolutionsbiologie und der Ökologie Aussagensysteme darüber umfaßt, welche Prozesse in ökosystemaren Konnexen entscheidend sind und welche Eigenschaften ökologischen Systemen zukommen. Jeder ethische Entwurf über Umwelt und Natur nimmt darauf implizit oder explizit Bezug. Somit kann jeder naturwissenschaftlichen und umweltethischen Konzeption eine bestimmte Position zu folgenden Punkten zugeordnet werden, die in den Kap. 3 und 6 genauer diskutiert werden:

A »Entscheidende« Grundprinzipien und -begriffe in der Theorie

Bestimmte Eigenschaften werden – auf der Ebene naturwissenschaftlicher Beschreibung und Analyse – als »entscheidend« angesehen. Das bedeutet, daß sich in der Analyse ökologischer Systeme solche Eigenschaften oder Pro-

zesse als bestimmende Faktoren herausgestellt haben und somit bedeutsame kausale oder funktionale Zusammenhänge repräsentieren. Sie erscheinen notwendig, wenn auch nicht unbedingt hinreichend oder vollständig zur adäquaten naturwissenschaftlichen Analyse ökologischer Zusammenhänge.

B Fokaleinheit der Betrachtung und die Frage nach emergenten Eigenschaften

Bei der Betrachtung biologischer Objekte und Phänomene spielen verschiedene Interaktions- oder Hierarchieebenen zusammen. Als Fokalebene (Salthe 1985) – für meine Fragestellung der Verbindung von Evolutionsbiologie und Ökologie ist der Ausdruck »Fokaleinheit« treffender – wird diejenige bezeichnet, die im Zentrum der Aufmerksamkeit der Untersuchenden steht. Darüber hinaus ergibt sich je nach Festlegung wichtiger Grundprinzipien (Punkt A) ein Urteil darüber, welche Bedeutung die Fokaleinheit innerhalb der Hierarchie besitzt. Allgemeiner lautet die Frage, welche Phänomene einer Ebene aus Eigenschaften der jeweils unteren erklärt werden können, welche Rolle die darüberliegende Ebene spielt (»triadische Struktur«, Salthe 1985:75) und inwieweit bestimmten Ebenen Eigengesetzlichkeiten und spezifische, entscheidende Prozesse zukommen. Diesbezüglich beschreibt beispielsweise Harper (1967, 1982) die Ebene des individuellen Organismus und Interaktionen zwischen Individuen als entscheidend auch zur Erklärung von Prozessen auf den Ebenen der Lebensgemeinschaft. Umgekehrt sieht Margalef (1958, 1975) die Eigenschaften des Ökosystems als maßgeblich auch für Prozesse auf der Ebene von Individuen. Doch auch Vertreter solcher Positionen implizieren *nicht*, daß Beschreibungen spezifischer Phänomene auf der jeweiligen Fokalebene unzutreffend oder falsch seien. Im Falle einer Reduktionsmöglichkeit erhalten bestimmte Fokaleinheiten jedoch in letzter Konsequenz einen anderen, weniger bedeutsamen Status, da Kausalerklärungen auf entscheidende Elemente anderer Ebenen verweisen. Eine klassische Frage lautet beispielsweise, ob die Vegetation sich allein aus den Eigenschaften einzelner Pflanzenindividuen und der abiotischen Faktoren bestimmt, oder ob allgemeinere Vergesellschaftungsregeln existieren, die vom »Ganzen« der Vegetationseinheit her wirken (vgl. Clements 1916, Gleason 1926). Damit sind Emergenzphänomene und das Reduktionsproblem angesprochen, die in der Ökologie im Zusammenhang mit der Hierarchietheorie (O'Neill *et al.* 1986) ausführlich behandelt werden (siehe Kap. 3).

C *Epistemischer Status der Einheiten: methodologische versus empirische Entitäten*

Auch innerhalb der Ökologie ist die Festlegung des epistemischen Status von Einheiten strittig:

»[Like vegetation] parallel concepts such as population and community also lack the substantial form and structure that confer first order objectivity, hence these too qualify for scientific study only as phenomena of lesser status than individual organism and ecosystem.«
(Rowe 1961:427)

Andere Autoren sehen dagegen gerade in der Population und der Lebensgemeinschaft (community) die fundamentalen Einheiten der Ökologie, das Ökosystem dagegen allein als Gedankenkonstrukt (vgl. Kap. 3). Im Rahmen biologischer Theorien werden manche fragestellungsbezogenen Einheiten als in der Natur auffindbar angesehen – im Gegensatz zu solchen, die allein als methodologische Konstrukte Gegenstand der empirischen Forschung sind. Ich bezeichne diesen Unterschied als Auffassungen von *rein methodologischer* gegenüber (*methodologischer und*) *empirischer Existenz* einer Einheit. Die Begriffskombination »empirische Existenz« soll die Spannung der methodologisch-abstrakten und der real-konkreten Perspektive gerade innerhalb des naturwissenschaftlichen hypothetischen Realismus (Popper 1973) verdeutlichen. In der Evolutionsbiologie besteht ein ähnlicher Streit um den Status der Art als reinem Klassenbegriff oder als empirisch existentem Individuum (raumzeitlich diskrete, funktionale Einheit; siehe Kap. 3.2). Die Bestimmung einer Einheit als methodologische oder empirisch existente hat weitreichende Auswirkungen auf naturmetaphysische und -ethische Fragen.

D *Metaphysik: Ontologische und kosmologische Standpunkte*

Mit Bezug auf den epistemischen Status der Fokaleinheit wird nolens volens eine metaphysische Aussage getroffen (vgl. Salthe 1985:17). Programmatisch liegt zumindest *ex negativo* die Ablehnung jeder Metaphysik zugrunde, doch jenseits aller erkenntnistheoretischer Kautelen sagt ein ökologisch informiertes Naturbild (Callicott 1996, Buege 1997) dennoch etwas über die Naturwissenschaft Hinausgehendes zum »Wesen« der Natur aus. Dies betrifft ontologische Aussagen über essentielle Eigenschaften der Natur (siehe Kap. 4, 6.3) und kosmologische Ideen zum Werden der Welt (Kap. 7, 12). Sofern solche Ausweitungen auf Metaphysik als wissenschaftliche Aussagen gemacht werden, sind sie im oben genannten Kanon Kants und Poppers prinzipiell nicht erlaubt. Unabhängig von der Einschätzung über die Ange-

messenheit dieses Kanons muß die Herkunft von Naturbildern aus der Naturwissenschaft berücksichtigt werden, weil Objekte, die als methodologische Einheiten konstituiert oder konstruiert werden, in der Naturethik je nach epistemischem Status unterschiedliche Relevanz erhalten. Beispielsweise kann aus einer naturwissenschaftlichen Position, welche die empirische Existenz von Arten oder Ökosystemen in Abrede stellt, schlichtweg nicht zu deren Schutz als moralisches *Objekt* (»moral patient«) aufgerufen werden, ohne sich in eklatante Widersprüche zu verstricken, denn wie soll ein Objekt geschützt werden, das es nicht gibt (siehe auch Teil IV).

Der Rekurs auf theoretische Prämissen und Positionen bestimmt sowohl die wissenschaftliche Erforschung als auch den konzeptionellen Zugang zum Thema Naturschutz und damit auch maßgeblich Naturschutznormen. In dieser Weise lassen sich Wenn-dann Matrizes bezüglich »Theoriestandpunkt – Objektbezug – normativer Konsequenzen« entwerfen, die für Positionen auf der Theorieebene die jeweiligen Folgen und Implikationen formulieren. Konkret ist gefragt, welche Elemente die Evolutionsbiologie, vor allem in Verknüpfung mit der Ökologietheorie, in den Naturschutz und die Naturethik einbringt. Dabei werden auch mögliche oder bestehende Widersprüche zwischen Theorien sowie in sich widersprüchliche Positionen zu diskutieren sein.

1.5 Festlegung der Grundtermini: »Evolution«, »Ökologie«, »Naturschutz«, »Ethik«, »Wert«

Insbesondere in trans- oder interdisziplinären Zusammenhängen gibt es meist keine Einheitlichkeit im Verständnis der zentralen Begriffe. Diese Uneinheitlichkeit ist selbst Gegenstand dieser Studie, doch gehe ich von einer eigenen begrifflichen Grundlage aus, die ich der Sache nach für angemessen halte. Mit Bezug auf die folgende Bestimmung der grundlegenden Begriffe werden im Verlauf der Untersuchung Konsequenzen und Probleme dieser und anderer, abweichender Bedeutungen erörtert.

Evolution

Huxley (1963:1f.) unterscheidet drei Phasen in der Entwicklung des Kosmos und des Planeten Erde, die mit unterschiedlichen Evolutionsmodi verbunden sind: der anorganische (»kosmische«), der organische (»biologische«) und der menschliche (»psychosoziale«) Sektor der Evolution. Im folgenden be-

zeichnet »Evolution« alle Prozesse der Stammesgeschichte (Phylogenie) der Organismen, sie ist also auf *biologische* Evolution eingegrenzt (zur Entstehung des Lebens aus dem anorganischen Sektor vgl. Prigogine & Stengers 1980, Eigen 1992, Kauffman 1993). Die Evolution aller Lebewesen hängt inzwischen in entscheidendem Ausmaß mit dem psychosozialen Sektor kultureller Evolution des Menschen zusammen. Neben der eher pragmatischen Eingrenzung des Gegenstandsbereichs auf den biologischen Sektor bestehen allerdings inhaltliche Gründe, die Evolutionsmodi getrennt zu behandeln: Die Theorie der Evolution der Spezies *Homo sapiens sapiens* und die Diskussion über deren Charakteristika erfordert separate Untersuchungen. In der Geschichte der Menschheit überlagern sich Phänomene biologischer und kultureller Evolution, welche nicht hinreichend in einer rein biologischen Theorie formulierbar sind (Huxley 1942, Anderson 1987, Lewontin *et al.* 1988). Vor dem Hintergrund der Bestimmung als biologischem Begriff werden im Verlauf der Untersuchung vielfältige Auffassungen des Evolutionsbegriffs im Kontext der Biologie selbst, des Naturschutzes und der Ethik kontrastierend aufgezeigt und diskutiert.

Evolutionstheorie

Mit »Evolutionstheorie« bezeichne ich eine naturwissenschaftliche Konzeption der kausalen Erklärung der Phylogenie, die auf Charles Darwin (1858/1859) zurückgeht und die von Fisher (1958/1930), Dobzhansky (1982/1937), Huxley (1942), Mayr (1967), Simpson (1984/1944), Williams (1966), Wilson (1975) und anderen weiterentwickelt wurde. Diese erklären die Veränderung von Organismen im Laufe ihrer Stammesgeschichte mit einem zweistufigen Mechanismus: Zunächst treten zufällige und ungerichtete Veränderungen der vererbaren Merkmalsstruktur (Genotyp) auf. Dann wirken Selektionsprozesse auf den sich entwickelnden Gesamtorganismus (Phänotyp) ein. Angenommen wird ein daraus resultierender unterschiedlicher Fortpflanzungserfolg verschiedener Nachkommen und die graduelle, in kleinen Veränderungsschritten erfolgende Etablierung neuer Merkmale und Merkmalskombinationen besser angepaßter Individuen. Während der Begriff »Synthetische Theorie« der Evolution (Futuyma 1986a, Schmitt 1994) auch aktuelle Neuerungen umfassen soll, kennzeichnet »Moderne Synthese« (Huxley 1942) vorwiegend eine erste Phase der Synthetischen Theorie zwischen 1930 und 1960. Zur methodischen und erkenntnistheoretischen Grundlegung haben sich unter vielen anderen Mayr (1991) und Brandon

(1996) sowie – kritisch gegenüber der Synthetischen Theorie – beispielsweise Gould & Lewontin (1979) und Gutmann (1996) geäußert. Binnendifferenzierungen sowie Positionen, die vom Grundverständnis der Synthetischen Theorie dezidiert abweichen, werden im Laufe der Untersuchung jeweils gekennzeichnet.

Die Synthetische Theorie ist maßgeblich auf mikroevolutionäre Prozesse des Wandels von Individuen und Populationen bezogen. Strittig innerhalb der Forschergemeinde ist immer wieder, inwiefern sie auch die Entstehung völlig neuer Organismenformen (neue »Baupläne« übergeordneter Taxa; Simpson 1984), also die Makroevolution in der Phylogenie befriedigend erklären kann (Eldredge & Gould 1972). Dabei wird nicht bezweifelt, daß dieselben Mechanismen wirksam sind, sondern gefragt, ob die Begriffe und Theorien des mikroevolutionären Wandels hinreichend zur Beschreibung und Analyse des Auftretens neuer Formen sind (Riddiford & Penny 1984, Maier 1994c). Eine insbesondere auf den deutschsprachigen Raum bezogene, nicht selten polemische Diskussion über Grenzen und Geltungsanspruch der Synthetischen Evolutionstheorie wird in der Zeitschrift »Ethik und Sozialwissenschaften« geführt (vgl. Nagl 1993, Mayr 1994, Gutmann 1995).

Die Verknüpfung von Theorien der Evolutionsbiologie und der Ökologie stellt ein Desiderat der Biologie dar (Orians 1962, 1998; Pianka 1994); sie wird eingehend in Kap. 3 erörtert. Nicht zu verwechseln damit ist eine Teildisziplin namens »Evolutionsökologie«, besser als »Öko-Ethologie« (Krebs & Davies 1981) bezeichnet, die ökologische Aspekte des Verhaltens von Organismen – fast immer Tieren – unter dem soziobiologischen Aspekt natürlicher Selektion auf Ebene der Gene mittels individuellen Fortpflanzungserfolgs untersucht. »Evolutionsbiologie« umfaßt alle Forschungsrichtungen, die Organismen, Arten und andere Einheiten der Biologie unter der Fragestellung der Evolutionstheorie behandeln.

Ökologie

Die »Ökologie« ist eine naturwissenschaftliche Disziplin der Biologie, die die Interaktionen von Individuen, Populationen oder Arten und mit ihrer belebten und unbelebten Umwelt zum Gegenstand hat (Haeckel 1866; Trepl 1987; Differenzierungen in Kap. 3). Wenn mit »Ökologie« ein Programm gesellschaftlichen Handelns unter bestimmten politischen Prämissen gemeint ist, wird dies als »politische Ökologie« (vgl. Mertens 1993; Böhme & Schramm

1985: »Soziale Ökologie«) bezeichnet. Weiterhin ist Ökologie als Wissenschaft *nicht* mit Umweltschutz oder Naturschutz gleichzusetzen.

Naturschutz

»Naturschutz« umfaßt *Arten-, Biotop- und Landschaftsschutz*, also die Erhaltung, Entwicklung und Wiederansiedlung/Wiederherstellung von – oft, aber nicht immer lokal oder generell bedrohten – Lebewesen, Lebensgemeinschaften und deren abiotischer Grundlagen sowie die Erhaltung bestimmter Landschaftsbilder und -typen (Kaule 1991, Plachter 1991). Mit »Artenschutz« sind in der Praxis oft die isolierten Bemühungen zur Erhaltung nur einer *bestimmten* Art gemeint, und in dieser Form steht Artenschutz in der Kritik. In meiner Studie soll Artenschutz dagegen allgemeiner denjenigen Bezugsrahmen eines Naturschutzes bezeichnen, der die Erhaltung *aller* Arten zum Ziel hat, der sich also mit biologischen Einheiten auf Ebene der Population und der Art beschäftigt. Der Begriff der Landschaft enthält von vornherein Aspekte der Sozial- und Kulturgeschichte sowie der Ästhetik. Während beim Arten- und Biotopschutz sich die beschreibenden und operationalen Grundlagen weitgehend naturwissenschaftlich fassen lassen, ist dies beim Landschaftsschutz nicht der Fall, sofern unter »Landschaft« nicht fälschlicherweise allein »Ökosysteme« verstanden werden (Trepl 1996). Solche Fragen der Besonderheit des Landschaftsschutzes blieben in dieser Studie weitgehend ausgespart, sodaß der Schwerpunkt auf Arten- und Biotopschutz liegt (siehe aber Kap. 9).

Die Einschränkung des Naturschutzbegriffs beruht neben dem Zweck, Mißverständnisse zu vermeiden, auf praktischen und pragmatischen Erwägungen. Technischer Umweltschutz, die Erhaltung natürlicher Ressourcen, Ästhetik, nachhaltiges Wirtschaften sowie eine »sozial-ökologische« Ausrichtung der Gesellschaft werfen Fragen auf, die nicht allein unter dem Begriff »Naturschutz« zu diskutieren und noch weniger zu beantworten sind. Wenn alle genannten Aspekte im Naturschutz aufgingen, würde dieser einerseits zu unbestimmt, andererseits theoretisch und praktisch überfrachtet. Mit Naturschutz ist demnach kein generelles umweltpolitisches Umdenken und die damit verbundene Programmatik des Handelns gemeint. Der Behauptung, daß aus »ökologischen Erkenntnissen« die Unterscheidung zwischen Naturschutz und Umweltschutz nicht gegeben sei (Engelhardt 1995), liegt eine Verwechslung verschiedener Ebenen der Naturschutzdiskussion zugrunde (siehe Kap. 2.4). Mit der vorgeschlagenen Differenzierung wird aber kei-

neswegs ein segregatives Konzept propagiert, in dem Naturschutz nur auf Naturschutzflächen stattfinden solle. Vielmehr ist gemeint, Naturschutzaspekte bei allen Nutzungsformen (»auf 100 % der Fläche«) und bei der Bewertung von Techniken zu berücksichtigen: »Whether or not a protected park will ultimately be able to maintain its biological diversity is largely determined by the surrounding land use and sociopolitical factors« (Pimentel *et al.* 1992). In den Kap. 2.1, 4-8 und 12 werden Verknüpfungen genereller umweltpolitischer Fragen mit evolutionsbiologischen und naturschutzethischen Aspekten diskutiert.

Moral und Ethik

Die »Moral« umfaßt individuelle und kollektive Vorstellungen vom *sittlich Guten* und vom sittlich richtigen Handeln; sie ist verankert in bestimmten Prinzipien und Überzeugungen. »Ethik« ist die philosophische Theorie der Moral. Begründung, Analyse und Kritik der unterschiedlichen moralischen Einstellungen sind Gegenstand der Ethik. Natürlich gehört die genuine Frage jeder Begründung von Moralprinzipien und darauf aufbauenden moralphilosophischen Theorien zur Ethik. Ethik ist weiter eine Reflexionstheorie, insofern sie als beschreibende »Metaethik« Moral und Moralsysteme analysiert. Thema der Ethik sind zudem mögliche Widersprüche zwischen einer bestimmten Praxis und bestehenden Moralauffassungen. In diesem Sinne umfaßt Ethik sowohl normative (präskriptive) als auch beschreibende (deskriptive) Aspekte.

Unter »Naturethik« fasse ich in Erweiterung von Krebs (1997) die grundlegenden moralphilosophischen Bestimmungen des Verhältnisses von Menschen und Natur zusammen. Naturethik ist somit weder eine »ganz neue« Ethik noch allein ein aktuelles Zusatz- oder Hilfsinstrument im Naturschutz. Ich vertrete vielmehr die Auffassung, daß das Nachdenken über das Mensch-Naturverhältnis integraler Bestandteil *jeder* Ethik sein muß.

Naturethik bezieht sich auf mehrere »Bereichsethiken« wie Umweltschutzethik, Naturschutzethik, Tierethik. In solchen praxisorientierten Ethiken werden *alle* Argumente, die *Ziele* und *Mittel* zur Erreichung dieser Ziele in einem bestimmten Praxisfeld betreffen, geprüft und abgewogen. Wenn im folgenden von Naturethik die Rede ist, sind die – im einzelnen zu bestimmenden – Konsequenzen für praxisbezogene Aspekte der Bereichsethiken eingeschlossen. »Naturschutzethik« ist entsprechend meiner Bestimmung des Naturschutzbegriffs *ein* Bestandteil der Bereichsethiken der Naturethik.

Die Begriffe »Ökologische Ethik« (Krebs 1996) oder »Ökologie-Ethik« (Brenner 1996) bezeichnen Naturethik oder aber »Umweltethik« als eine Summe aller Bereichsethiken in obigen Sinne. Da die Ökologie meines Erachtens nach eine naturwissenschaftliche Fachdisziplin ist, halte ich solche Ausdrücke für unzutreffend und verwirrend. Eine »Ethik der Ökologie« wäre eine Standesethik für ÖkologInnen; auch dies ist hier nicht gemeint (vgl. dazu Ott 1997).

Norm und Wert

Das Wort »Norm« besitzt mehrere Bedeutungen: a) empirisch ermittelter Durchschnittswert, b) ideativer Begriff einer Eigenschaft von Gegenständen im Zustand unüberschreitbarer Vollkommenheit, z.B. in der Geometrie, aber auch in der Kunst, c) technisch-pragmatische Vorschrift, z.B. als DIN-Norm, d) im rechtlichen und moralischen Sinn genereller *Imperativ für das Handeln* von Einzelnen und Gruppen (Duden 1990, Lexikon der Ethik 1992). In dieser Untersuchung werden »Norm« und »normativ« im moralischen und nicht im rechtlichen Sinne verstanden.

Der Ausdruck »Wert« wird quantifizierend (als Meßwert, monetärer Wert) oder im moralischen Sinne (Wertschätzung) verwandt. Letzterem liegt stets ein subjektives Moment zugrunde. Ich werde »Wert« in dieser Bedeutung gebrauchen, die mit moralischen Präferenzen und Sollensaussagen verbunden ist, beispielsweise bei der Wertschätzung von Personen, Handlungen und Dingen oder in der Unterscheidung von »Fakten« und »Werten«. Probleme und Konsequenzen der aktuellen Verwendung des Bewertungsbegriffes im Naturschutz sind Thema des Kap. 2.4, und die naturethische Systematisierung unterschiedlicher »Werte« wird Kap. 5 in (Tab. 10) vorgestellt.

2 Zur Systematik des Zusammenhangs von Naturwissenschaft und Ethik

Eröffnet die interdisziplinäre Verknüpfung von Naturwissenschaft und Ethik ein neues Naturverhältnis, bessere Handlungsanleitungen oder verfällt sie dem Sein-Sollen-Fehlschluß oder einem naturalistischen »naturam sequi« (»folge der Natur!«)? Dieses Kapitel ist einer systematischen und problemorientierten Reflexion der Bezüge zwischen Naturwissenschaft und Ethik gewidmet. Dabei wird der methodische und theoretische Hintergrund zunächst in den Grundsätzen dargestellt und danach für die spezifische Fragestellung im Bereich Biologie und Naturschutz entwickelt. In diesem Zusammenhang expliziere ich das Erkenntnisinteresse sowie meine wissenschaftstheoretische und wissenschaftsethische Ausgangsposition.

2.1 Wissenschaft und Ethik: Vorbemerkungen zur »Ethik in den Wissenschaften«

Im Zusammenhang mit ethischen Erwägungen im Bereich Biologie und Technikfolgenabschätzung der Gentechnik definiert Dietmar Mieth:

»Ethik ist die Ermittlung des guten und richtigen Handelns unter gegebenen Bedingungen und Handlungsmöglichkeiten, bezogen auf Situationen (»Fälle«), auf die Handlungen von Personen und Institutionen. [...] Als wissenschaftliche Bemühung ist sie *autonom*: d.h. unabhängig von Bevormundungen, rational und kritisch, zugleich auf die Selbstverpflichtung in Freiheit und auf die institutionelle Richtigkeit (z.B. des Rechts, der Wissenschaft) ausgerichtet; *interdisziplinär*: da jede Ethik von Wissen und Erfahrung ausgehen muß, für das sie nicht allein zuständig ist, bedarf sie der interdisziplinären Verankerung; *integrierend*: Ethik versucht, verschiedene Erkenntnisse zusammenzuführen und konvergente Urteilsbildung zu erreichen.« (Mieth 1995:505; Hervorh. i.O.)

Diese programmatische Bestimmung enthält mehrere Grundvoraussetzungen. Ethik versteht sich selbst (auch) als Wissenschaft, die stets eng verbunden mit

anderen Disziplinen sein muß. »Ethik in den Wissenschaften« bezieht sich zunächst auf den aktuellen Stand des Wissens und prüft ihn anhand disziplineninterner und allgemeiner wissenschaftlicher Kriterien (vgl. Schell 1994). Ethik in diesem Sinne hat sich grundsätzlich dem Idealtypus von Objektivität und wissenschaftlicher Rationalität verschrieben. Die auf David Hume (1778/1739/49) zurückgehende und von Max Weber (1917) für die Wissenschaft explizierte Trennung von Fakten (»Sachstandserhebung«) und Sollensaussagen (Moral, Ethik) wird *methodisch* und *programmatisch* vorausgesetzt. Im ethischen Urteil über einen Fall oder einen gesamten Themenkomplex wird allerdings die Zusammenführung von empirischen Fakten und normativen Sollensaussagen notwendig. Mieth (1998) nennt dies »konduktive Methode« der Wissenschaftsethik. Auf die Möglichkeiten und Schwierigkeiten solcher »gemischten Urteile« wird im Verlauf dieser Untersuchung genauer eingegangen.

Der Versuch einer analytisch-methodischen Trennung von Fakten und Normen ist unabdingbar, selbst wenn oder gerade weil wissenschaftstheoretische, wissenssoziologische und wissenschaftshistorische Untersuchungen konstatieren, daß in der Wissenschaftspraxis die Vermischung von Fakten und Werten vorkommt und stets normative Annahmen Teil dieser Praxis sind. Die folgenden Kritiken eines naiven Wissenschaftsideals entstammen sehr unterschiedlichen, sich selbst als nicht kompatibel betrachtenden, wissenschaftstheoretischen Ansätzen. Alle Aspekte müssen jedoch für wissenschaftsethische Überlegungen berücksichtigt werden, unabhängig von der Entscheidung für oder gegen eine bestimmte übergeordnete Theorie der Erkenntnisproduktion:

- Jede Wissenschaft muß von theoriegeladenen »Basissätzen« (Popper 1973) ausgehen, die selbst nicht *innerhalb* des Systems der analytischen, falsifikationistischen Wissenschaftstheorie des Hypothetiko-Deduktivismus begründbar sind.
- Jede Wissenschaft beruht auf und besteht aus menschlicher Praxis, welche die Mittel und Zwecke wissenschaftlichen Bemühens bestimmt. Durch Hinzuziehung letzterer ist auch die »Basis« der Wissenschaft einer kritischen Prüfung sowie einem rekonstruierenden Begründungsversuch zugänglich (Konstruktive Wissenschaftstheorie; vgl. Kambartel & Mittelstraß 1973).

- Form *und* Inhalt der Wissenschaft sind historischem Wandel unterworfen. Die jeweils herrschenden Denkstile (Fleck 1993/¹1935) oder Paradigmen (Kuhn 1988/¹1962) werden von anderen abgelöst. Dabei spielt für die wissenschaftsethische Argumentation keine Rolle, ob die Veränderungen revolutionär oder in kleinen Schritten vor sich gehen, ob die sich neu entwickelnden Theorien vor allem durch »die Fakten« oder auch maßgeblich durch soziokulturelle Einflüsse geprägt sind.

Nicht vereinbar mit einer wissenschaftsethischen Bemühung sind allerdings Solipsismus oder absoluter Relativismus. Solche Positionen gehen – pointiert formuliert – davon aus, daß es letztlich keine materiale Grundlage für die Entscheidbarkeit über die Gültigkeit einer wissenschaftlich begründeten Aussage gibt. Der Anspruch auf Allgemeingültigkeit wird dabei zurückgewiesen und der Gültigkeitsbereich *ausschließlich* auf diejenigen beschränkt, die einem bestimmten gesellschaftlichen und/oder wissenschaftlichen Diskurs zugehören. Selbst wenn dies als Beschreibung bestimmter Kontexte wissenschaftlicher Praxis zutrifft, muß sich jedes wissenschaftliche Arbeiten jedoch auf Nachvollziehbarkeit und allgemeine Gültigkeit als regulatives Ideal festlegen (Popper 1973, Apel 1988). Vor diesem Hintergrund skizziere ich folgende allgemeine Aufgaben für wissenschaftsethische Untersuchungen:

- 1 Ethik in den Wissenschaften behandelt moralische Dilemmata ebenso wie theoretische Aporien und gesellschaftliche Konflikte, die sich aus der wissenschaftlichen Praxis ergeben. Der Versuch einer Trennung von »Forschung« und »Anwendung« ist dabei weitgehend obsolet. Ethisch relevant ist ebenfalls die Veränderung sowohl der Wahrnehmung als auch der Wertschätzung bestimmter Objekte (z.B. »Evolution«), wie sie durch neue Auffassungen und Bilder der Wissenschaft maßgeblich bestimmt werden.
- 2 Kohärenz und Konsistenz ethisch relevanter naturwissenschaftlicher Aussagen werden auch hinsichtlich des Wertfreiheitsgebots kritisch geprüft.
- 3 Moralische Wertsetzungen und Normen werden auf ihre Gültigkeit hin überprüft. Weiterhin sind Anwendbarkeit, Reichweite und Vermittelbarkeit im jeweiligen Fall oder Themengebiet zu klären.
- 4 Unter Berücksichtigung möglicher Alternativen soll eine Grundlage für Entscheidungsfindungen im individuellen und gesellschaftlichen Konfliktfall geschaffen werden.

Die Punkte 1 und 3 sind in der Wissenschaftsethik gut eingeführt, wie zahlreiche Beiträge zur Medizinethik, zur Naturethik oder zum Thema Gentechnik und Ethik zeigen (vgl. Altner 1987, Schell 1994, Müller 1995, Skorupinski 1996). Punkt 4 wird seit mehr als 20 Jahren in der Umweltethik insbesondere des angelsächsischen Sprachraums verhandelt (Passmore 1980/¹1974, Elliot 1995; siehe »Vorzugsregeln« bei Skorupinski 1996). Die Problematik normativer Bestandteile der Wissenschaft wird vor allem in Wissenssoziologie und Wissenschaftstheorie thematisiert. In der Wissenschaftsethik stark unterrepräsentiert sind ausführliche Untersuchungen der unter Punkt 2 aufgeworfenen Frage normativer Gehalte innerhalb der Wissenschaften, insbesondere der Naturwissenschaften. Damit sind sowohl normative Implikationen der Wissenschaftspraxis (Ott 1997) als auch versteckte und nach Weber (1917) unzulässige Werturteile innerhalb der Theorie gemeint. In dieser Untersuchung soll der Versuch einer Verknüpfung letzterer Problematik mit der Naturschutzethik gemacht werden. Dem liegt die Hypothese zugrunde, daß die Wissenschaft *nolens volens* Vorstellungen, z.B. in Form von Metaphern, über die Natur transportiert, welche die ethischen Positionen mitbestimmen. Der Idee des Naturschutzes, etwas schützen und erhalten zu wollen, muß notwendig ein Verständnis vorausgehen, was eigentlich das Schutzgut sei. Insbesondere die Allgemeingültigkeit beanspruchenden naturwissenschaftlichen Aussagen über die Natur werden als sichere Grundlage gesellschaftlicher Übereinkünfte über Naturschutzziele und -maßnahmen angesehen (Shrader-Frechette & McCoy 1993). Die Problematik möglicher normativer Aspekte und Implikationen wissenschaftlicher Theorien bedarf daher umso dringender einer Klärung.

Im Verhältnis von Wissenschaft und Ethik existieren innerhalb der Umweltethik erhebliche Unterschiede zwischen der Bewertung bestimmter Methoden oder ganzer Technikentwicklungen und der Naturschutzethik. So ist, etwa im Gegensatz zu umweltethischen Erwägungen bezüglich der Gentechnik, nicht umstritten, *ob* Naturschutz gewollt, sondern *wie* er zu begründen und zu gestalten ist. Die Fragen nach gültigen Normen und richtigen Zielen des Naturschutzes (siehe Kap. 9) verweisen allerdings ebenso wie Abschätzungen der Nutzen und Risiken einer Technik (siehe Kap. 8) auf fundamentale Aspekte der Naturethik: der Bestimmung des Wertes der Natur und des Mensch-Natur-Verhältnisses. In den folgenden drei Abschnitten lege ich einen systematischen Entwurf vor, der das Verhältnis von Naturwissenschaft und Ethik im Kontext des Naturschutzes bestimmt.

2.2 Umweltpolitik und Ethik: Normbegründung und ihre strategische Bedeutung

Es ist erforderlich, die Rolle ethischer Argumente zu thematisieren, die sie im Umweltdiskurs zugewiesen bekommt, denn dabei geht es um durchaus strittige Ansprüche an die Ethik. In fast allen einschlägigen programmatischen Werken des Umwelt- und Naturschutzes wird die Notwendigkeit postuliert, ein neues und besseres Verhältnis »des Menschen« zu »der Natur« zu entwickeln; dies gilt für den Heimatschutz Ernst Rudorffs (1880), die Naturschutzphilosophie Aldo Leopolds (1970/1949), Rachel Carsons (1962) Analyse der Gefahren ökotoxischer Chemikalien und die UN-Biodiversitätskonvention Agenda 21 (United Nations 1992). Zumeist wird in der *Ethik* die Institution gesehen, welche die Erhaltung der Natur aufgrund von Veränderungen in der persönlichen Einstellung des Menschen vorantreiben kann.

Im Zusammenhang mit der Forderung nach Verbesserung des Mensch-Natur-Verhältnisses ist mit »Ethik« oft allein eine bestimmte moralische Haltung gemeint; und zwar diejenige, die Natur nicht allein unter Gesichtspunkten der Nützlichkeit als wertvoll zu erachten (Leopold 1970, Frankel 1970, Plachter 1991, Erz 1994; siehe Kap. 5-8). Zuweilen gelten als »ethisch« in diesem begrifflich falschen Sinne nur ganz bestimmte moralphilosophische Standpunkte, nämlich diejenigen die der Natur Selbstwerte und eigene Rechte zuschreiben (Primack 1995:23f.). Diese »Ethik« fungiert als *Zusatzargument* neben instrumentellen Aspekten, die Überlebensfragen, Ressourcenschonung oder weitere für Menschen notwendige Funktionen natürlicher Systeme betreffen. Eine solche Verkürzung des Ethikbegriffs auf ein Zusatzargument und auf eine bestimmte Haltung der Natur gegenüber weise ich aus systematischen Gründen zurück, weil Ethik alle für ein moralisches Urteil relevanten Argumente behandeln muß.

Die Einstufung als Zusatzargument steht symptomatisch dafür, daß systematische Aspekte der Moralbegründung in der Naturschutzforschung nicht mit derselben methodischen Strenge verhandelt werden (als Ausnahmen Riedl 1991, Hampicke 1993), wie dies – zumindest häufiger – bei naturwissenschaftlichen Fragen der Fall ist. Wer beispielsweise einen Selbstwert der Natur und den Schutz »um ihrer selbst willen« fordert, macht oft keine *moralphilosophische* Aussage, sondern bringt seine oder ihre persönliche intuitive Wertschätzung zum Ausdruck. Gleichzeitig sollen jedoch diese Intuitionen über Selbstwerte und Rechte in verallgemeinerter Form dem Naturschutz bei

Interessenkonflikten politische Durchschlagskraft verleihen (Gassner 1987, Zwanzig 1987). Ethik im Naturschutz – so scheint es – soll *bestimmte*, im rationalen Diskurs strittige oder schwierig vermittelbare Intuitionen absichern und damit die moralische und letztlich juristisch zu verankernde Stärkung der politischen Position des Naturschutzes bewirken.

Diese Funktionszuweisung hängt mit der Einschätzung zusammen, die wachsende Zahl umweltethischer Entwürfe als *Reaktion* auf globale und regionale Umweltprobleme zu erklären (vgl. Krebs 1997). Naturethische Reflexion erhält dabei einen instrumentalistischen Grundimpuls, weil sie vor allem für »nötig« erachtet wird. Als Beschreibung der Genese praxisorientierter Ethiken erscheint dies trivial: Umweltprobleme rufen eine Umweltschutzethik auf den Plan, die Entwicklung der Technik zieht eine Ethik der Technik nach sich. Historisch oder soziologisch ist damit allerdings noch nichts Erklärendes darüber ausgesagt, wo und wann welche Ethiken in welcher Weise und gegen welche anderen Tendenzen entstanden. In systematischer Hinsicht – und dies ist der Schwerpunkt meiner Erörterung – geht in der Instrumentalisierung der Ethik die Perspektive verloren, daß die Aufgabe einer ethischen Reflexion des Mensch-Natur-Verhältnisses fundamental ist und nicht erst im Angesicht der Zerstörung der Natur unverzichtbar wird. Der funktionalistische Blick scheint mir zu sehr auf die Bedrohungsszenarien fixiert, und er kann zur Folge haben, daß Eingreifen erst im Angesicht naher Katastrophen (»fünf vor 12«) erwogen wird. Die heute unumstrittene Notwendigkeit, daß Maßnahmen zur Erhaltung der Natur dringlich sind, ist noch kein ethisches *Programm*, sondern eine unbestimmte Aussage, der niemand sinnvoll widersprechen dürfte. Mit der doppelten Aufgabe als Zusatzargument und gleichzeitiger Funktion zur politisch schlagkräftigen »Letztbegründung« des Naturschutzes ist jede Ethik zugleich unterschätzt und überfordert.

Die Überforderung einer solchermaßen »probleminduzierten Ethik« besteht darin, daß das Nachdenken über die ethischen Aspekte des Mensch-Naturverhältnisses unter großem Handlungsdruck steht und zumeist nur defensiv auf von außen gesetzte Tendenzen und Zwänge reagiert. In der nordamerikanischen Umweltethikdebatte zeigt sich schon länger, was in der bundesdeutschen Debatte vor allem seitens einiger Praktiker (Zwanzig 1980; vgl. Erz 1994, Hampicke 1995, Ott 1996 zum Problem des Übergangs auf die juristische Ebene) eingefordert wird: Die Prüfung der Stichhaltigkeit sowie die Analyse der Prämissen der jeweiligen ethischen Theorie sollen direkt mit der strategischen Frage der potentiellen politisch-praktischen Durchsetzung

bestimmter Ziele verknüpft werden. So koppelt der Umweltethiker Bryan Norton im Duktus eines auch philosophietheoretischen Pragmatismus die Normenbegründung an deren vermutete politische Durchsetzungskraft:

»Environmental activists *must be able* to claim that there is an obligation to act sustainably in our treatment of ecological systems, and that *this obligation overrides* at least some – perhaps many – values/preferences that are currently pursued by humans.« (Norton 1995a:325; Hervorh. T.P.)

Damit suggeriert er,

- daß alle Umwelt- und NaturschützerInnen letztlich dasselbe Ziel (»sustainability«) hätten, daß dieses Ziel klar bestimmbar sei und daß über die Bestimmung innerhalb dieser Gruppe Konsens bestehe (vgl. Norton 1991),
- daß eine Gegnerschaft dieses monolithischen Blocks zu anderen Interessengruppen bestehe (z.B. Wirtschaft), ja sogar, daß viele Interessen von Menschen der Erhaltung der Natur insgesamt *gegenüberstünden* und daß umweltpolitische Ziele zu wenig Gehör und Umsetzung fänden,
- daß klar sei, daß Umwelt- und NaturschützerInnen die moralisch »besseren« Ziele hätten.

Die polemische Formulierung zeigt, daß ich diese Prämissen insbesondere in ihrer Kombination nicht teile. Die Debatte um Werte, Normen und Ziele soll natürlich nicht im Elfenbeinturm geführt werden, sondern gehört in die Gesellschaft. Konsistenz und Kohärenz von Konzeptionen, die den Anspruch erheben, wissenschaftliche Verfahren zu sein, sind aber innerhalb einer wissenschaftlichen Kriteriologie zu erörtern. Eine andere Kategorie des Argumentierens besteht dann darin, mit politischer Urteilskraft die normativen Positionen instrumentell zu prüfen, d.h. sie daran zu messen, ob sie politisch erfolgversprechend sind. Normenbegründung kann davon nicht abhängig sein. Wenn man diese Trennung nicht vornimmt, geraten auch die gut gemeinten Versuche zur Vereinheitlichung umweltethischer Ansätze allein zum Instrument des Durchsetzens eines recht obskuren Objektes: »der« Ziele »des« Naturschutzes. Die Reflexion darüber, welchen materialen Gehalt denn Werte, Normen und Ziele des Naturschutzes haben können und welche nicht, gerät dadurch in den Hintergrund.

Damit ist die Unterschätzung oder Unterforderung hinsichtlich der genuinen Aufgabe der Naturschutzethik angesprochen: In einer moralphilosophischen Diskussion um Werte und Normen mutet es merkwürdig an, wenn

unmittelbar nach der Praktikabilität oder der Durchschlagskraft solcher Argumente im politischen Diskurs gefragt wird. Ethische Forderungen können dort erhoben werden, wo Werte und Normen gut begründet sind. Trifft dies aber nicht zu, ergeben sich auch keine ethisch legitimierte Handlungsanweisungen. Vor allem jedoch scheint mir der Sinn der Ethik falsch verstanden, wenn Vorgehen und Ergebnisse der Reflexion allein am möglichen politischen Erfolg, also der Durchsetzung von Interessen, in diesem Falle derjenigen des Naturschutzes, ausgerichtet werden. Normbegründung muß getrennt von der Frage diskutiert werden, ob die jeweilige Position sich bezüglich des Vorhandenseins oder der Abwesenheit von Wertzuschreibungen und Normen als politisch-taktisch oder auch nur akademisch erfolgreich erweist. Moralisches Sollen setzt zwar zwar Können voraus, impliziert aber keine Erfolgsgarantie.

Weder die Naturschutz- und Umweltschutzethik noch die übergreifende Naturethik sollten also auf instrumentelle Aspekte eingeengt werden, sondern vielmehr systematische moralphilosophische Fragen der Rechtfertigung ethischer Normen reflektieren. Freilich hat Norton (1991) insofern Recht mit seiner »Konvergenzhypothese«, daß die moralische Verpflichtung zur Erhaltung des Regenwaldes oder der Biodiversität Resultat ganz unterschiedlicher moralphilosophischer Systeme sein dürfte. Dennoch gibt es im konkreten Abwägungsfall unter Umständen einander ausschließende Ziele im Naturschutz, bei dem die unterschiedlichen Theorien zum Selbstwert, Eigenwert, instrumentellen Wert natürlicher Objekte sehr wohl zu unterschiedlichen Präferenzen führen. Zum zweiten ist eine ausschließlich strategische Orientierung auf politische Durchsetzungsfähigkeit – sozusagen ein Funktionalismus auf politischer Ebene – problematisch, weil sie eine ergebnisoffene moralische Reflexion letztlich ad absurdum führt.

Naturethik ist nicht *nur* ein Baustein zur Lösung von Umweltproblemen. Ethische Reflexion soll gerade nicht ausschließlich im Angesicht von Zerstörung stattfinden. Moralische Aspekte des Handelns in bezug auf die Natur sind Teil einer umfassenderen Konzeption des Sittlichen, selbst wenn Natur nicht unmittelbar bedroht wäre. Mit dieser Position vertrete ich im Grundsatz eine deontologische Ethik (Pflichtethik; vgl. Kant 1991/¹1785) in bezug auf das moralische Sollen. Hinsichtlich der Begründung konkreter *naturethischer Normen*, insbesondere aber bezüglich der Berücksichtigung solcher Normen in der Praxis des Naturschutzes verstehe ich Ethik als prozedural und diskursiv. Es muß unter Berücksichtigung aller Interessen aller Betroffenen ermittelt

und mit Gründen ausgewiesen werden, was als geboten, erlaubt bzw. verboten gelten soll (Potthast 1996, Eser & Potthast 1997). Dabei schließt Naturethik selbstverständlich ökonomische und ästhetische, also instrumentelle Ansprüche des Menschen gegenüber der Natur ein. *Vorab* ist die Naturethik weder auf eine bestimmte Position zum Eigenrecht der Natur noch auf den Kreis moralisch relevanter Objekte festgelegt, sondern muß die jeweiligen Argumente kritisch prüfen. Zu prüfen ist weiter, ob die Frage nach Mensch *oder* Natur auch bezüglich naturethischer Begründungen nicht falsch gestellt ist (siehe Kap. 7.3 und 13).

2.3 Naturwissenschaft und Ethik: ein Vorschlag zur Systematik

Die Naturwissenschaft spielt in der moralphilosophischen Reflexion des Mensch-Natur-Verhältnisses und in den praxisorientierten Bereichen eine bedeutende Rolle. Das Spektrum der Beurteilung reicht dabei vom Status einer unverzichtbaren objektiven Grundlage über unkritische Ableitungen neuer Naturentwürfe und umweltethischer Normen bis zum Vorwurf des naturalistischen Fehlschlusses (siehe Kap. 4-8).

Das Verhältnis von Naturwissenschaft und Ethik ist nicht zuletzt deshalb ambivalent, weil es fundamentale Differenzen in der Beurteilung neuzeitlicher Rationalität und Technik widerspiegelt. Unstrittig ist, daß naturwissenschaftliche Expertisen zur Analyse der Umweltkrise unersetzbare Dienste leisten. Doch diese Expertisen sind im Falle konfligierender Interessen fast immer umstritten, wenn es um die konkrete Bestimmung von Verursachern der Umweltprobleme oder um Szenarien zukünftiger Entwicklungen geht. Kritik richtet sich gegen die Seriösität der Daten oder der Interpretation, meist im Zusammenhang mit dem Verdacht auf politische Beeinflussung oder Instrumentalisierung durch Interessengruppen jeder Couleur.

Gleichzeitig steht Naturwissenschaft als ganze unter dem Verdacht, Mitschuld an der Umweltkrise zu tragen. Als Produkt abendländisch-patriarchaler Rationalität ist »die moderne Naturwissenschaft« zum Inbegriff eines rein instrumentellen Ausbeutungsverhältnisses gegenüber der Natur geworden. Daher wird sie nicht selten als kognitive *und* emotionale Ursache der Entstehung der Umweltkrise beschrieben, die es durch eine neue, die Rationalität transzendierende Naturethik zu kompensieren gelte (z.B. Naess 1996/¹1972,

Merchant 1987, Altner 1991, Worster 1995). Gegen diese Position wird mit Nachdruck eingewandt, daß alle naturwissenschaftsfeindlichen, nicht-rationalistischen Alternativen zur Aufklärung – auch in bezug auf mögliche neue Ethiken – noch viel schlimmere Folgen zeitigen würden (Passmore 1986, Hastedt 1991).

Auf der anderen Seite bestehen Vorwürfe an die Adresse philosophischer praxisorientierter Ethik, ihr als rational betriebenes Unternehmen sei aus logischen Gründen überhaupt nicht möglich und daher bestenfalls Privatsache, schlimmstenfalls in seinen Auswirkungen totalitär (Keuth 1994).

Schließlich erfährt die »rationalistische« Wissenschaft, insbesondere die Naturwissenschaft, Kritik an ihrem größeren Geltungsanspruch, den sie unberechtigt und fälschlicherweise gegenüber anderen Wissensformen erhebe (Feyerabend 1980; vgl. Kambartel 1976, 1985 für eine differenzierende Kritik des nicht nur bei Feyerabend schillernden Vernunftbegriffs in bezug auf Wissenschaft).

Ganz unterschiedliche Positionen zur wissenschaftlichen Rationalität münden in identischen Vorwürfen an die Naturwissenschaft *und* die Ethik: Entweder werden beide als zu rationalistisch oder aber als (noch) viel zu wenig rational gekennzeichnet. Die zugrundeliegenden extrem unterschiedlichen Ideen von »Rationalität« zu differenzieren kann an dieser Stelle ebensowenig vorgenommen werden wie die ausführliche Debatte der – meines Erachtens tatsächlich unlösbaren – Aporien, wie sie in der »Dialektik der Aufklärung« (Horkheimer & Adorno 1988/¹1947; vgl. Hesse 1984) formuliert sind. Der Streit um die adäquate Verhältnisbestimmung von Naturwissenschaft und Ethik findet aber stets unter den Vorzeichen der skizzierten fundamentalen Fragen statt. Insbesondere die Naturwissenschaft erfährt dabei nicht nur epistemologische, sondern auch moralische Charakterisierungen – als Unheilsbringerin oder einziger Ausweg zur Verbesserung der menschlichen und natürlichen Bedingungen.

Wie können und wie sollen Naturethik und Naturschutzethik an naturwissenschaftliche Konzepte anknüpfen? Die Tab. 1 stellt eine Systematisierung unterschiedlicher Möglichkeiten dar. Die extremste Möglichkeit besteht darin, den Stand naturwissenschaftlicher Kenntnisse als unwesentlich für ethische Entwürfe anzusehen oder ihn bewußt antinaturwissenschaftlich umzudeuten. Pantheistische, dogmatisch naturtheologische und esoterische Naturvorstellungen gehören in diese Kategorie; sie sind im Rahmen einer *wissenschaftsethischen* Fragestellung zu benennen, aber kein Gegenstand genauerer Erörte-

rung (Punkt 1). Es dürfte für die überwiegende Zahl aller Naturethiken unstrittig sein, daß naturwissenschaftliches Wissen über die Natur nicht nur für moralphilosophische Entwürfe relevant, sondern auch für praktische Zielformulierungen maßgebend ist. Drei Beispiele seien genannt: (a) Primaten und Meeressäugern wird (auch) aufgrund der Struktur ihres Nervensystems eine »objektive« Begründung für moralrelevante Schmerz- oder Leidensfähigkeit zugeschrieben, und mögliche »Leiden« der Pflanzen erscheinen aufgrund der biologischen Betrachtung daher als moralisch nicht relevant; (b) Beutegreifer mit Ausnahme des Menschen werden nicht moralisch wegen ihrer instinktbedingten Ernährungsweise verurteilt; (c) Korallenriffe können standortbedingt nicht Teil eines Naturschutzleitbilds für das Nordsee-Wattenmeer sein. Eine kritische Prüfung der bestehenden naturwissenschaftlichen Konzepte und der beanspruchten Gültigkeit von Aussagen sollte Ausgangspunkt der Ethik in den Wissenschaften sein (Punkt 2; siehe auch oben).

Wenn aber gleichzeitig instrumentell-wissenschaftliches Denken zu den gesellschaftlichen Ursachen heutiger Umweltzerstörung zählt, ergibt sich als Forderung, völlig neue Forschungsansätze zu entwickeln, um die Naturwissenschaft selbst zu befähigen, ihrem Forschungsgegenstand rücksichtsvoller, gegebenenfalls sogar partnerschaftlicher gegenüberzutreten (Punkt 3). Solche Gedanken finden sich in der feministischen Naturwissenschaftskritik (Fox-Keller 1986, Merchant 1987) und im Konzept der »Sozialen Naturwissenschaft« (Böhme & Schramm 1985, Böhme 1993). Diese Ansätze beruhen – zumeist – nicht auf einer grundsätzlichen Ablehnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, sondern sie konfrontieren das »positivistische« Wissenschaftskonzept mit seinen eigenen Widersprüchen, den eigenen Vorurteilen im Denkstil – beispielsweise, wo es Geschlechtervorurteile nicht reflektiert.

Da die meisten ethisch und politisch relevanten Themen ohnehin seitens ihrer naturwissenschaftlichen und erkenntnistheoretischen Grundlagen umstritten oder indifferent sind, müssen stets *Interpretationen* der naturwissenschaftlich konzeptualisierten Natur in umweltethische Ansätze einfließen. Diese Interpretationen selbst sind wiederum zumeist strittig (Punkt 4; siehe Kap. 6-7 zum Biodiversitätsbegriff und kosmologischer Interpretation der Evolution). Als weiteres Resultat der Prüfung innerwissenschaftlicher Fragen kann die Natur(schutz)ethik eng an unstrittigen Aussagen bleiben und deren *ethische Implikationen* prüfen (Punkt 5). Normative Implikationen sind logisch zwingende Konsequenzen, die sich aus bestimmten theoretischen Auffassungen ergeben, normative

Interpretationen sind dagegen Entwürfe, die mit dem wissenschaftlichen Naturkonzept zwar kompatibel sein müssen, aber weit über dieses hinausweisen – meist im Sinne eines sinnverstehenden Deutungsangebotes. Alle fünf Aspekte müssen in jeder wissenschaftsethischen Analyse ernstgenommen werden, nicht nur, um die verwirrende Diskussionslage zu strukturieren, sondern auch um die unterschiedlichen Modi zu bestimmen, in denen naturwissenschaftliche Aspekte für die Ethik relevant werden.

Tab. 1: Fünf Perspektiven, in der Ethik mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen umzugehen

Haltung ggü. naturwissenschaftlichen Erkenntnissen	Konsequenz I	Konsequenz II	Konsequenz III
Ablehnung oder Desinteresse oder bewußte Umdeutung	1. Den Theorien der Naturwissenschaft <i>widersprechende Deutungen</i> (in) der Ethik		
Anerkennung und Kritik der Bedeutung	2. <i>Kritische Prüfung</i> naturwissenschaftlicher Erkenntnisse: - Konsistenz - Gültigkeitsbereich - Naturalistischer Fehlschluß - soziale Folgen	3. <i>Forderung nach neuen, »besseren«, Natur schonenderen Forschungsansätzen</i>	
		Orientierung an Unstrittigem	4. <i>Faktenkompatible Interpretation</i> hinsichtlich ethischer Fragen
			5. <i>Prüfung zwingender ethischer Implikationen</i>

2.4 Naturschutz und Ethik: Bewertungsbegriff und unterschiedliche Bezugsebenen, Einstufung von Zielen, Mitteln und Kriterien

Auch in der naturwissenschaftlich ausgerichteten Naturschutzforschung wird die Wertfreiheit ökologischer Erkenntnis betont (Haber 1993a). Damit besteht folgendes Problem: bestimmt man das Ziel wissenschaftlicher Naturschutzforschung als »Mehrung objektiver Erkenntnisse unter Einbeziehung subjektiver Werthaltungen und [die] Erarbeitung nachvollziehbarer Handlungsanleitungen« (Fuchs 1990:6), so stellt sich die Frage, wie es möglich sein soll, »primär wertfrei ökologisch ermittelte Ergebnisse sekundär wertbezogen umzusetzen« (Foeckler 1991:49) und dabei dennoch »objektiv« zu bleiben. (Bröring & Wiegler 1990, Haber 1993b, Erz 1994). Eine solche Frage ist nur unter Rückgriff auf philosophische und wissenschaftstheoretische Erörterungen zu beantworten und beruht gleichzeitig auf biologischem Fachwissen sowie Erfahrungen aus der Naturschutzpraxis. Wie diese Bereiche genau aufeinander zu beziehen sind und welche Aufgabe ihnen jeweils zukommt, ist jedoch weitgehend umstritten.

Neben dieser Grundsatzfrage der idealtypischen Trennung von Fakten und Werten sowie den genannten damit verbundenen Problemen für den Naturschutz besteht für die praktische Verständigung bei Naturschutzfragen noch eine weitere Schwierigkeit. Aus der Sichtung der naturschutzfachlichen Literatur und unter Berücksichtigung der öffentlichen Naturschutzdiskussion ergibt sich, daß in der Praxis mehrere Ebenen der Betrachtung eine Rolle spielen, wenn über Bewertung und Bewertungsprobleme im Naturschutz verhandelt wird. Der Ausdruck »Werte« wird zwar meist im moralischen Sinne verstanden, wenn von Wertfreiheit und der Trennung von Fakten und Werten gesprochen wird. »Bewertung« findet jedoch verschiedene Verwendungen (Tab. 2).

Bewertungsfragen treten in unterschiedlicher Form auf, wobei »Bewertung« in der Fachliteratur und im allgemeinen Sprachgebrauch zum Teil als moralischer, zum Teil als interpretierender, zum Teil als quantifizierender Begriff verstanden wird. Zunächst geht es nicht um eine Entscheidung darüber, ob der Begriff richtig, falsch, unklar oder mißverständlich eingesetzt wird, sondern um den Befund, daß er in unterschiedlichen Bedeutungen auftaucht. Die Trennung der Ebenen erfolgt ausdrücklich in analytischer Absicht. In der Realität beeinflussen sich diese Bewertungsebenen gegenseitig, wobei

keine Ebene vollständig durch eine andere bestimmt wird. Es kann jeweils bestimmt werden, welche Folgerungen aus dem Wandel der Problemlagen auf der einen Ebene für Wertungsgesichtspunkte auf einer anderen Ebene gezogen werden bzw. zu ziehen sind.

Tab. 2: Gliederung des Bewertungsbegriffs und seiner unterschiedlichen Bezugsebenen in der Naturschutzpraxis (verändert nach Eser & Potthast 1997)

- **Naturschutzfachliche Bewertung i.e.S.**
Ökologische – besser: naturschutzfachliche – Bewertung von Flächen, möglichen Eingriffsfolgen etc. im Rahmen planerischer Verfahren.
- **Politisch-administrative und juristische Bewertung**
Abwägungsprozeß im politischen Rahmen, im Verwaltungshandeln und in der Justiz, der zu einer Entscheidung unter Berücksichtigung juristischer, administrativer und gesellschaftlicher (sozialer, ökonomischer, naturschutzbezogener, etc.) Aspekte führen soll.
- **Moralische Bewertung**
Bewertung bestimmter naturschutzrelevanter Sachverhalte; es wird ein moralisches Urteil über Handlungen und/oder Handelnde vorgenommen.
- **Strategische »Bewertung«**
Einschätzung von Naturschutzmaßnahmen und -argumenten unter pragmatischen und taktischen Gesichtspunkten hinsichtlich ihrer Durchsetzbarkeit und des möglichen Erfolgs auf der politisch-administrativen Ebene.
- **Naturwissenschaftliche »Bewertung«**
Beurteilung der Konsistenz und Gültigkeit naturwissenschaftlicher Theorien, Konzepte und Begriffe, die beispielsweise den Kriterien der naturschutzfachlichen Bewertung zugrundeliegen.
- **Praxisorientierte »Bewertung«**
Beurteilung der Handhabbarkeit von Zielen und Kriterien sowie der Methoden zur Erfolgskontrolle: es geht also um die Operationalisierbarkeit von Bewertungsverfahren unter Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Grundlagen.
- **Ethische »Bewertung«**
Beurteilung der Ziele und Kriterien des Naturschutzes aus ethischer Sicht, unter anderem durch Offenlegung der relevanten moralischen Werthaltungen sowie Überprüfung ihrer Begründung und Konsistenz.

Es wäre nicht nur im Rahmen von Bewertungsverfahren hilfreich, »Bewertung« und »Beurteilung« zu unterscheiden. Wo die *Richtigkeit* eines

Sachverhalts angesprochen ist, sollte von »Beurteilung« gesprochen werden. »Bewertung« bleibt dann auf Fragen beschränkt, die die *Wertdimension* eines Sachverhalts betreffen (vgl. Plachter 1994, Wiegleb 1997).

Neben dem Bewertungsbegriff liegt ein zweiter häufiger Anlaß für Mißverständnisse und Streitigkeiten in der Frage, ob ein bestimmter, für den Naturschutz relevanter Sachverhalt das Ziel (hier synonym: Zweck), das Mittel zu einem bestimmten Zweck oder das Kriterium für ein Urteil über die Verwirklichung eines Ziels im Naturschutz darstellt. Die Einstufung als Ziel bedarf der ethischen Begründung, da hier stets (moralische) Werthaltungen einfließen. Von naturwissenschaftlicher Seite ist zu prüfen, ob und inwiefern bestimmte Ziele in der Umsetzung erreichbar scheinen. Die Einstufung als Kriterium oder Mittel bedarf in erster Linie der naturwissenschaftlichen Prüfung, weil auch hier deren Realistik anhand des Stands der naturwissenschaftlichen Forschung abzuklären ist. In zweiter Linie ist zu fragen, ob und unter welchen Umständen das fragliche Kriterium oder das fragliche Mittel Verwendung finden darf. Damit ergibt sich, daß bei der Verortung und Bewertung von Zielen (Zwecken), Mitteln und Kriterien Gesichtspunkte der naturwissenschaftlichen und der ethischen Ebene gemeinsam zu berücksichtigen sind. Dabei kommt der kritischen Diskussion zentraler Schlüsselbegriffe und der ihnen zugrundeliegenden biologischen Theorien besondere Bedeutung zu. Die sieben Ebenen der »Bewertung« und die Frage nach Zielen, Mitteln und Kriterien im Naturschutz seien anhand eines Fallbeispiels aus der Thematik dieser Studie erläutert, das gleichzeitig in nuce deren Vorgehensweise wiedergibt

Fallbeispiel: »Stabilität« und Bewertungsfragen

Auf der naturwissenschaftlichen Ebene ist mittlerweile deutlich geworden, daß der früher angenommene Zusammenhang zwischen Artenreichtum und Stabilität von Lebensgemeinschaften oder Ökosystemen nicht generell zutrifft (siehe Kap. 3.1.2). Das bedeutet:

- Auf der naturschutzfachlichen und der praxisorientierten Ebene werden Umsetzungs- und Bewertungsverfahren revisionsbedürftig, die mit dem *Mittel* des Schutzes der Artenvielfalt das *Ziel* langfristiger Stabilität des ökologischen Systems erreichen wollen, beziehungsweise umgekehrt mittels der Stabilität eine große Vielfalt sichern wollen. Hier zeigt sich, daß oft nicht klar ist, ob nun Artenvielfalt oder Stabilität das eigentliche Ziel ist.

- Nur solange man annimmt, daß eines das andere stets mit sich bringt, erscheint die Frage unbedeutend.
- Auf der politischen Ebene sollte geprüft werden, inwiefern die veränderte Sachlage zu veränderten Entscheidungen zu führen hat, wenn für das *Ziel* langfristiger Erhaltung bestimmter Ökosysteme der Schutz der Artenvielfalt nicht mehr als das geeignete *Mittel* erscheint (bzw. umgekehrt).
 - Ein moralisches Urteil über die Zerstörung artenreicher Lebensräume ist dagegen nicht prinzipiell abhängig vom Wandel der naturwissenschaftlichen Theorien, solange nicht Artenvielfalt allein als Mittel zur Sicherung von »Stabilität« verstanden wird. Das Ziel Artenreichtum sollte nicht mehr über seine Bedeutung für Stabilität begründet werden (und umgekehrt).
 - Auf der ethischen Ebene ist allerdings zu klären, welche Begründungen für die Ziele »Artenvielfalt« und »Stabilität« stichhaltig sind.
 - (a) Wenn das Ziel »Stabilität« so formuliert würde, daß es unrealistisch zu erreichen ist, muß es tatsächlich aufgegeben werden. Natürliche Waldentwicklung ohne lokale flächenhafte Bestandszusammenbrüche ist nicht möglich, wenn menschliche Eingriffe völlig unterbleiben; Plänterwaldwirtschaft würde dagegen der so verstandenen »Stabilität« dienen. Dies gehört insofern zur ethischen Ebene, als sachlich falsche Annahmen auch die darauf bezogenen Ziele in Frage stellt. Auch wenn »Stabilität« als *generelles* Naturschutzziel fragwürdig geworden ist, kann konstante Aufrechterhaltung eines bestimmten Zustands jedoch weiterhin im Einzelfall ein sinnvolles und begründbares Ziel sein. Diese Art von »Stabilität« kann dann aber nicht mehr ökologietheoretisch im Hinblick auf natürliche Funktionen oder Prozesse abgeleitet, sondern muß mit anderen, etwa sozialen, historischen oder ästhetischen Argumenten begründet werden.
 - (b) Wenn »Natürlichkeit« einen Wert im Rahmen der Begründung darstellt, gewinnt die Veränderlichkeit der Natur auch Bedeutung für ethische Erwägungen. Und zwar ebenso als Ziel im Rahmen des Prozeßschutzes wie als Mittel zur Erhaltung der Artenvielfalt.
 - (c) Sofern Artenschutz generell mit der Bedeutung der Artenvielfalt für die »ökologische Stabilität« begründet wurde, muß dies revidiert werden. Die Erhaltung bestimmter seltener Arten erfordert meist andere Gründe, beispielsweise ästhetische Gründe, eine mögliche zukünftige Nutzbarkeit oder auch Selbstwerte oder Eigenwerte von Arten (siehe Kap. 5.3).
 - Auf der naturwissenschaftlichen Ebene ist die Bedeutung der Stabilität für Artenvielfalt mit Hinweis auf die große Bedeutung dynamischer Prozesse

zu klären. Bezüglich des Zusammenhangs von Artenvielfalt und Stabilität muß eine Begriffsklärung und Präzisierung, unter Umständen auch eine neue Hypothesenbildung, erfolgen: Zu erläutern ist, welche Elemente unter welchen Bedingungen »stabil« sind und welche nicht.

- Gegebenenfalls können auf der strategischen Ebene andere Argumentationsstrategien zur Durchsetzung von Naturschutzinteressen nötig werden. Argumente sollten aus rein pragmatischen Gründen nicht mehr auf falschen Hypothesen über die Stabilität artenreicher Lebensgemeinschaften aufbauen. Weiter ist zu fragen, ob das Ziel Stabilität eine hohe Priorität in der öffentlichen Debatte genießen soll oder ob es erfolgsversprechender ist, die Bedeutung der Dynamik zu betonen.

Teil I

EVOLUTIONS BIOLOGIE – ÖKOLOGIE –
NATURSCHUTZ

NATURWISSENSCHAFTLICHE UND
NATURSCHUTZTHEORETISCHE ANALYSE

3 Integration von Theorien der Evolutionsbiologie und Ökologie: Stabilität und Veränderlichkeit ökologischer Einheiten im Lichte der Evolution

»What remains is a series of explorations in fields where ecology, genetics, and evolutionary studies meet around the common theme of the consequences of environmental heterogeneity.« (Levins 1968:vii)

In diesem Kapitel sind Theorien über die Veränderlichkeit und die Evolutionsprozesse in natürlichen Systemen Gegenstand der Untersuchung. Vor einer Analyse der Integrationsversuche und -möglichkeiten von Evolutionsbiologie und Ökologie müssen zunächst die bestehenden Konflikte und der Wandel in Konzeptionen innerhalb der Ökologietheorie diskutiert werden (Kap. 3.1), welche weitgehend unabhängig von der Evolutionsbiologie entstanden sind. Im Gegensatz zu früheren Theorien der Ökologie bestehen heute erhebliche Zweifel daran, daß vom Menschen unbeeinflusste ökologische Systeme per se oder auch nur in den meisten Fällen »stabil« im Sinne geringer Veränderung seien. Nunmehr wird betont, daß auch »ungestörte« Ökosysteme und Lebensgemeinschaften ihre Gestalt in ökologischen Zeiträumen, also weniger als etwa zehntausend Jahren, erheblich verändern (z.B. Botkin 1990). Ökologische Systeme entwickeln sich – so könnte man einen sehr allgemeinen Konsens formulieren – nicht auf *einen* (vor)bestimmten Endpunkt zu, es existieren verschiedene mögliche Wege der Entwicklung (Trajektorien); Systeme können zwischen verschiedenen Zuständen oszillieren, mehr oder weniger regelmäßige Zyklen bilden, sich aber auch zuweilen völlig unvorhersehbar verändern.

Auf einen anderen Zeitrahmen bezogen und mit anderem theoretischen Hintergrund bewegen sich Vorstellungen über prinzipiell zukunfts offene und unvorhersagbare Prozesse der »natürlichen« Veränderlichkeit in evolutionären Zeiträumen von zehntausenden und mehr Jahren. Nicht nur die Dynamik von Lebensgemeinschaften, sondern insbesondere der Artenwandel selbst rücken damit vermehrt ins Blickfeld der Ökologie. In Kap. 3.2 werden die Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen Evolutionsbiologie und Ökologie

diskutiert: Was sind Problemlagen und Integrationsfelder zwischen den Theorien der Evolutionsbiologie und der Ökologie, und welche Rolle spielen die Bezugseinheiten (Fokalebenen) dabei?

Die ausführliche Würdigung solcher Theoriediskussionen ist von großer Relevanz für praktische Naturschutzfragen und für die Ethik, weil die naturwissenschaftliche Gegenstandsbestimmung weitgehend festlegt, was eigentlich die Objekte sind, die geschützt werden sollen. Die Zuschreibung unterschiedlicher Eigenschaften zu Einheiten und Prozessen der Natur erschließt sich am besten anhand eines – hier skizzenhaft angelegten – ideengeschichtlich-systematischen Durchgangs durch die Theoriedebatte.

3.1 Veränderlichkeit, dynamische Prozesse und Entwicklungen in ökologischen Systemen

Die in Kap. 1.4 aufgeworfene Frage (A) nach wichtigen Grundprinzipien und -begriffen der Theorie umfaßt hinsichtlich der Veränderlichkeitsperspektive in der Ökologie drei wesentliche Aspekte: Erstens muß die Rolle der Veränderlichkeit im Zusammenhang mit der Sukzession geklärt werden. Die Sukzessionstheorie bietet einen Rahmen, gesetzmäßige Abfolgen von Lebensgemeinschaften in raumzeitlichen Einheiten zu beschreiben, wobei zumindest in einem groben Rahmen die Richtung der Veränderung festliegt und zu mehr oder weniger einheitlichen Endzuständen führt. Aufeinanderfolgende Abläufe solcher Sukzessionen bedingen die Annahme von Zyklen (Kap. 3.1.1). Zweitens ist die Veränderlichkeitsperspektive mit dem Stabilitätsbegriff in der Ökologie zu kontrastieren. Dieser wiederum war lange Zeit eng mit Diversitätskonzeptionen verknüpft (Kap. 3.1.2). Drittens entstand bei der Diskussion um mögliche Zusammenhänge zwischen Sukzession, Diversität und Stabilität die Frage, inwiefern es »natürliche Störungen« in ökologischen Systemen gibt und welche Funktion zur Erhaltung dieser Systeme sie spielen (Kap. 3.1.3). Die um Sukzession, Diversität und Störung kreisenden Debatten gehören zum Kern der Ökologietheorie. Sie können zwar im Rahmen dieser Untersuchung nicht annähernd vollständig dokumentiert werden, müssen aber aufgrund ihrer Wichtigkeit fragestellungsbezogen erörtert werden.

Diesen drei innerökologischen Begriffs- und Theoriefragen immanent – und logisch im Prinzip vorgängig – ist das Problem, welche *Einheiten* eigent-

lich Gegenstand der Ökologie sind (Frage C. in Kap. 1.4 nach dem epistemischen Status). Gemäß Untertitel eines der klassischen Lehrbücher sind dies Individuen, Populationen und Lebensgemeinschaften (Begon *et al.* 1996). Im Lehrbuchtitel fehlt nicht nur der Begriff »Ökosystem« als Summe aller Lebensgemeinschaften und deren abiotischen Konnexen, sondern er wird als überflüssig zurückgewiesen, da es keine Organismen ohne Umwelt geben könne. Damit ist die vor allem im angloamerikanischen Bereich lang Zeit vorherrschende Spaltung zwischen einer »community ecology«, die von Begon *et al.* (1996) vertreten wird, und einer »ecosystem ecology« (z.B. E.P. Odum 1980, H.T. Odum 1983; vgl. Simberloff 1980) angedeutet. Unter den Begriff »Lebensgemeinschaft« fasse ich im folgenden sowohl »communities« (Begon *et al.* 1996) als auch »Biozönosen« (Möbius 1986/¹1877, Balogh 1955) zusammen, obwohl diese Termini im Detail nicht dasselbe bedeuten (siehe Kap. 3.2 und 3.3). Der Streitpunkt zwischen community- und ecosystem ecology besteht letztlich darin, welche Einheit in der Ökologie die obere »reale« Integrationsstufe bildet, ob also Lebensgemeinschaften oder vielmehr Wälder, Seen, Flüsse und ähnliche mesokosmische physikalisch-chemisch-biologische Einheiten als empirisch reale (Öko)Systeme existieren (Rowe 1961; vgl. Trepl 1988). Strukturell analog, inhaltlich aber davon getrennt verlaufen Erörterungen, ob und inwiefern die Biosphäre oder der Gesamtplanet Erde ein evolviertes Ökosystem oder gar einen Organismus darstellen und welche Eigenschaften diesen Einheiten zukommen (Vernadsky 1944, Wahlert 1996; siehe Kap. 3.2 und 3.3) Im folgenden wird »Organismus« im landläufigen Verständnis der Biologie verwendet: ein- oder mehrzelliges individuelles Lebewesen mit eigenem Stoffwechsel, struktureller (morphologischer und/oder zellulärer) Gliederung, funktionaler Integration als Einheit sowie der Fähigkeit zur Reproduktion (ausführlicher siehe Kap. 11).

3.1.1 Sukzessionskonzepte, Mosaik-Zyklus-Theorie, patch-dynamics-concept und ihr Bezug zu individualistischen und organizistischen Metatheorien

Sukzession

Seit Begründung der Ökologie als eigenständiger empirisch arbeitender Disziplin vor der letzten Jahrhundertwende untersuchte man regelhafte Veränderungen der Pflanzendecke an einem Ort im Laufe der Zeit als Phänomen der Sukzession. Von vielen Vegetationsökologen wurde diese Entwicklungstendenz als einer Klimax zulaufend interpretiert (Schimper 1898, Clements

1916). Dieser Endzustand sei – einmal erreicht – dann stabil in der Zeit, wenn keine externen abiotischen oder anthropogenen Einflüsse erfolgten. Auch Karl August Möbius' (1886/¹1877) Formulierung der Biozönose in der Zoologie geht von stabilen Zuständen aus, die nach jeder externen Veränderung intern durch die verschiedenen Bestandteile der Lebensgemeinschaft gemeinsam wiederhergestellt würden. Der Sukzessionsbegriff hat im Laufe der Jahre etliche Einschränkungen vor allem hinsichtlich seiner Gesetzmäßigkeit und der Bestimmung eines Endzustandes erfahren. Sukzession ist heute definiert als »the non-seasonal, directional and continuous pattern of colonization and extinction on a site by species populations« (Begon *et al.* 1996:692f.). Damit sind die zugrundeliegenden Mechanismen des Wandels sowie die raumzeitlichen Bezugseinheiten bewußt nicht genau festgelegt.

Einige natürliche Sukzessionsprozesse sind relativ gut in ihrem Verlauf prognostizierbar, weil sich regelhaft nacheinander Kombinationen bestimmter Lebensformtypen und z.T. auch bestimmter Spezies von Tieren und Pflanzen einstellen. Die Sukzession bietet eine Veränderlichkeitsperspektive sozusagen auf vorbestimmter Bahn. Bei Waldökosystemen und an Standorten, auf denen potentiell Waldbäume wachsen können, bedeutet dies: Auf einer mehr oder weniger vegetationsfreien Fläche, die durch Windbruch, Kalamitäten oder Kahlschlag entstanden sein kann, vollzieht sich ein Wechsel der Artenausstattung über den Verlauf vieler Jahrzehnte und Jahrhunderte, wobei der Endzustand dann vergleichsweise weitaus am längsten besteht. Bricht diese Klimaxgesellschaft zusammen, beginnt Sukzession von vorn, und es stellt sich damit *Erhaltung* in mehr oder weniger zyklischem Wandel ein (Remmert 1987). Im Gegensatz dazu stehen Sukzessionen der natürlichen Eutrophierung und Verlandungsprozesse von Seen im Laufe von hunderten bis einigen tausend Jahren. Hier führt die Sukzession letztlich zu einem vollständigen *Verlust* des ökologischen Systems »See« (Sommer 1991). Vergleichbares gilt auch für viele anthropogene Lebensgemeinschaften, deren Aufrechterhaltung Eingriffe des wirtschaftenden Menschen voraussetzt. Der natürlichen Sukzession unterworfen, würden sie verschwinden (vgl. Konold 1996).

Im Sukzessionsbegriff verbinden sich unterschiedliche Phänomene der Erhaltung und der Auflösung ökologischer Einheiten. Bezüglich der kausalen Erklärung von Sukzessions- und Klimaxphänomenen standen sich insbesondere in der Pflanzenökologie zwei Richtungen gegenüber, die auf unterschiedlichen theoretischen und ontologischen Aussagen zum »Wesen« ökologischer Systeme aufbauten:

- Im Gefolge der Sukzessionsforschungen von Clements (1916) entstanden in den USA und England holistisch-organizistische Ansätze, nach denen Ökosysteme als selbständige »Superorganismen« gelten, die Wachstum, Blüte und Vergehen als *lebende (Vegetations)Einheit* unterworfen seien.
- Als Widerpart läßt sich das individualistische Konzept von Gleason (1917, 1926) angeben. Danach sind Pflanzen aller Taxa individuell im Raum verteilt; Individuen reagieren *als Individuen* physiologisch auf Umweltbedingungen, sie sind keine »Organe« des Superorganismus und nicht notwendig in eine Gemeinschaft mit bestimmten anderen Organismen gebunden.

Mit dieser Trennung ist der spätere Konflikt zwischen ecosystem- und community ecology bereits in nuce angelegt. Die Auseinandersetzung um individualistische oder holistisch-organizistische Konzeptionen in der Ökologie bezeichnet gleichzeitig weit über die Ökologie hinausweisende Differenzen in Denkstilen und Weltanschauungen (Trepl 1987; siehe Kap. 5-7). Eine wichtige Konsequenz der Dominanz des Clements'schen Konzepts war, daß der organizistisch verstandene Sukzessionsgedanke in der Ökologie zu Beginn des 20. Jahrhunderts eine Vernachlässigung evolutionsbiologischer Ansätze mit sich brachte, die Warming (1886) in die Ökologie eingeführt hatte. Sofern nunmehr die Gesetzmäßigkeiten der Lebensgemeinschaft(en) mit Bezug auf die teleologisch verstandene Wiederherstellung oder Erhaltung eines »Superorganismus« aufgefaßt wurden, gerieten die die Lebensgemeinschaft konstituierenden Arten und ihre historisch-spezifischen Entstehungs- und Entwicklungsbedingungen zunächst aus dem Blick (Trepl 1987).

Zur Charakterisierung dessen, was die Ökologie als Objekt untersucht, wurden nach 1925 unterschiedliche Begriffe neu geprägt. Der Rostocker Zoologe und Entomologe Karl Friederichs führte den Terminus »Holocoen« oder »ökologischen Einheitsfaktor« ein: »die durch Wechselwirkung der lokalen Faktoren auf einander vereinheitlichte Kombination derselben« (Friederichs 1927:183). Dies verweist auf ein ganzes Forschungsprogramm:

»Wir *müssen* Ganzheitsforschung treiben, wollen wir uns nicht in einer unfruchtbaren Einzelforschung verlieren, und die Grundlage derselben kann nur der ökologische Einheitsfaktor sein, der das Streben aller Teile nach Harmonie zusammenfaßt und in seiner lokalen Beschaffenheit als *Holocoen* den örtlichen Kosmos bedingt und bestimmt.« (ebd.:183; Hervorh. i. Orig.)

1935 definierte der englische Vegetationskundler Arthur Tansley den Begriff »Ökosystem« und entwarf ein nominalistisches Programm ökologischer Einheiten:

»The fundamental concept appropriate to the biome [=complex of organisms present in an ecological unit] considered together with all the effective inorganic factors of its environment is the *ecosystem*, which is a particular category among the physical systems that make up the universe. In an ecosystem the organisms and the inorganic factors alike are *components* which are in relatively stable equilibrium.« (Tansley 1935:306). »The whole method of science is to isolate systems mentally for the purpose of study, so that the series of *isolates* we make become the actual object of our study.« (ebd.:299; Hervorh. i. Orig.)

Tab. 3: Begriffsklärungen zentraler Termini in der Metatheorie der Ökologie. Die Erläuterung bezieht sich auf die Verwendung in dieser Studie; die Begriffe weisen in der Literatur extrem uneinheitliche Bedeutungen auf.

Holismus: Das Ganze ist nicht nur mehr als die Summe seiner Teile, sondern das Ganze wirkt als *Kausalfaktor*; diese top-down-Kausalität wird als Antireduktionismus verstanden.

Reduktionismus: Höhere Integrationsstufen lassen sich durch Analyse der Bestandteile und deren Interaktionen verstehen; es gibt zwar emergente Phänomene, aber es existiert *keine* top-down-Kausalität seitens der höheren Einheiten.

Individualismus: Nur individuelle Organismen sind die Einheiten der natürlichen Selektion. Höhere Integrationsstufen wie Lebensgemeinschaften oder Ökosysteme können nicht als Ganze selektiert werden, da sie im Gegensatz zu Individuen und Populationen als empirischer Entitäten rein forschungsbezogene Konstrukte sind.

Vitalismus: Es gibt eine Lebenskraft (*élan vital*), die nicht physikalisch-chemisch wirkt und daher auch nicht mit naturwissenschaftlichen Methoden untersuchbar ist.

Organizismus: Ökosysteme sind (Super)Organismen mit analogen Vorgängen des Wachsens und Vergehens, z.B zyklischer Sukzession.

organismisch: a) organizistisch, b) mit »ganzen« Organismen befaßt; verstanden als Abgrenzung zu Molekularbiologie, Zellbiologie, Genetik etc.

In den Definitionen ökologischer Einheiten scheinen Konflikte auf, welche die Ökologie von Beginn an bis heute geprägt haben. Die Dualismen fallen

allerdings nicht immer zu *einer* großen Dichotomie zusammenfallen (siehe Tab. 3). Es geht um holistische gegen reduktionistische, organizistische gegen individualistische und ontologisierende gegen nominalistische Konzepte. Insbesondere seit etwa 1930 zeigen sich diese Tendenzen in gegenläufigen Auffassungen über das »Wesen« von Ökosystemen, was nicht zuletzt zugrundeliegende konfligierende weltanschauliche Entwürfe widerspiegelt. Tansley (1935) richtete seine Ökosystemdefinition explizit gegen organizistische Interpretationen ökologischer Einheiten und vertrat – zumindest programmatisch – eine reduktionistische und nominalistische Position. Nach Tischler (1992) setzte sich letztlich der Begriff Ökosystem durch, weil er den Systemcharakter ökologischer *Einheiten* betont, während Holocoen die *Ganzheit* eines Systems hervorhebt. Diese Beschreibung sei als grobe Charakterisierung des Problems verstanden. Jax (1998) bietet eine ausführliche historische Analyse der Begriffe sowie deren Protagonisten; dort ist auch die – ungelöste – Problematik der Übersetzung und Übersetzbarkeit konnotationsreicher englischer und deutscher Termini angesprochen.

Im Rahmen der »New Ecology«, die individualistische und holistische Ansätze mit Hilfe der Systemtheorie vereinigen wollte und sich damit als empirische Forschungsrichtung institutionalisierte (Taylor 1988), geriet auch Sukzession unter einen veränderten Blick. Die *natürliche*, vom Menschen unbeeinflusste Sukzession wurde als thermodynamischer (Margalef 1958, Odum 1969) und gleichzeitig biologisch-evolutiver (MacArthur 1955, 1965) Optimierungsprozess der Energieflüsse innerhalb des Ökosystems aufgefaßt. Alfred Lotka hatte diese Idee bereits 1922 allgemein auf den Evolutionsprozeß bezogen:

»(N)atural selection will so operate as to increase the total mass of the organic system, to increase the rate of circulation of matter through the system, and to increase the total energy flux through the system, so long as there is presented an unutilized residue of matter and available energy.« (Lotka 1922:148)

Diese Energieoptimierungsansicht fand in der ecosystem- aber auch in Teilen der community ecology große Verbreitung. Sukzession von Arten konnte nun dahingehend interpretiert werden, daß die Lebensgemeinschaft einem energetisch bestimmten Sättigungspunkt zustrebe, der dann gleichzeitig einen Gleichgewichtszustand darstellt (»equilibrium«, MacArthur & Wilson 1967). Doch nicht nur Gleichgewicht, sondern auch Harmonie bestimmen den Charakter der Lebensgemeinschaft:

»We can use the popular term ›disharmonic‹ to describe the initial, unadjusted community, and call the other community [...] ›harmonic‹.« (MacArthur 1965:523)

Wenn Sukzession etwas mit Gleichgewicht und Harmonie zu tun hat, nimmt es nicht wunder, daß Odum Erkenntnisse über natürliche Ökosystemtrends als Grundlage zur Lösung der Umweltprobleme – also aus dem Gleichgewicht geratener ökologischer Konnexen – ansieht (Odum 1969). Die Verknüpfung von Sukzession mit Gedanken der »Sättigung«, »Optimierung« und/oder »Harmonie« ist also eine in der ökologischen Fachliteratur und nicht extern geprägte metaphorisch aufgeladene Vorstellung. Gleichzeitig kontrastiert dabei eine natürliche mit einer vom Menschen beeinflussten Natur, was die Idee eines »besseren« Funktionierens ungestörter Abläufe zumindest nahelegt (siehe Kap. 9 und 10).

Odum (1969) stellte eine Liste von 24 verschiedenen Entwicklungstrends der Sukzession zusammen, der die Idee zugrundeliegt, daß Ökosysteme in ihrem stabilen Endzustand in energetischer Homöostase (dynamisches Gleichgewicht) mit ihrer Umgebung existieren. Dabei würde bei gegebenem Energieinput die maximale Biomasse, maximaler Informationsgehalt und ein hoher Grad symbiotischer Interaktionen zwischen den Organismen erreicht. Treibende Kraft der Sukzession und Richtungsgeber seien also thermodynamische Gesetzmäßigkeiten. Dieser Ansatz, seine zugrundeliegenden Annahmen sowie die Interpretation der vorliegenden Daten wurden heftig kritisiert: die organisistische Analogie zur Ontogenese, die Beschreibung der Sukzession von »unreifen« zu »reifen« Zuständen und die damit implizierte Idee einer internen Steuerung sei nicht durch die Fakten begründbar. Auch die Behauptung, daß späte Sukzessionsstadien sich in einem stabilen Zustand (»steady-state«) aufgrund starker Rückkopplungsmechanismen befänden, sei nicht belegt sondern gehöre zur falschen Analogiebildung (Drury & Nisbet 1973, Connell & Slatyer 1997). Ungeachtet dieser Kritik erfahren die auf Margalef (1958) und H.T. Odum (1983) zurückgehenden thermodynamischen Interpretationen von Ökosystemprozessen derzeit intensive Zuwendung (Müller & Nielsen 1996). Dies initiierte auch die Suche nach umwelt- und naturschutzrelevanten Implikationen möglicher natürlicher Zielfunktionen der Ökosystemsukzession (vgl. Müller & Leupelt 1998).

Seitens der community ecology erfolgte Ende der 1970er Jahre eine Neuinterpretation der Ursachen der Sukzession. Sukzessionsprozesse, so die neue Anschauung, laufen sehr viel häufiger ab, als Theorien zu stabilen Endzuständen der Klimax erwarten ließen. Die stets aufs neue zu beobachtenden

Prozesse erschienen nun als Resultat vorausgegangener Störungen, und der Störungsbegriff geht nicht nur in die Definition von Sukzession ein, sondern er erhält als Phänomen einen bedeutsameren theoretischen Status.

»In the majority of natural communities succession is frequently interrupted by major disturbances, such as fires, storms, insect plagues, etc., starting the process all over again.« (Connell & Slatyer 1977:1140) »Succession [...] is the process by which a community recovers from a perturbation.« (ebd.:1132)

Anders formuliert sind nunmehr Störungen die *Konsequenz* der Tatsache, daß Klimaxbestände nicht in der Lage sind, sich lokal zu reproduzieren (Sommer 1991). Nach dem Absterben der Klimaxarten muß eine bestimmte Fläche erst wieder die Sukzession durchlaufen, an deren Ende die meist langlebigen Klimaxbestände sich neu etablieren.

Alle Konzepte zur Sukzession betonen jedoch die Kontinuität im Wandel und die reproduzierbaren und damit auch prognostizierbaren Sequenzen der Veränderung. Aus Ökosystem- und community-Perspektive heraus hatten bereits Lindeman (1942) bzw. Hutchinson (1953) herausgearbeitet, daß im Verlauf von Sukzessionen Lebensgemeinschaften sich sowohl in Gleichgewichts- als auch in Nichtgleichgewichtszuständen befinden: sie können zeitweise konstant bleiben und somit für eine Zeitlang »stabil«. Letztlich aber bleibt unklar, welche Stadien für wie lange Zeit und aus welchen Gründen Konstanz zeigen. Endstadien der Sukzession sind unterschiedliche Klimaxgesellschaften je nach abiotischen Faktoren und ökologischen Gradienten (Whittaker 1975, 1977). Ob oder inwiefern sie stabile Zustände repräsentieren, wird weiterhin kontrovers diskutiert.

Wie aufgrund der sehr allgemeinen Definitionen von Sukzession, beispielsweise bei Begon *et al.* (1996; s.o.) zu erwarten ist, existieren unterschiedlichste »Sukzessions«theorien, die Erklärungen zur mehr oder weniger gerichteten Veränderlichkeit unterschiedlicher ökologischer Einheiten umfassen. In einem aktuellen Überblick unterscheiden Bröring & Wiegleb (1998) fünfzehn Theorien, die sich mit drei Klassen von Phänomenen beschäftigen:

- Dynamik (»dynamics«) bezieht sich als ubiquitäres Phänomen des Stoff- und Energiewandels praktisch auf alle materiellen Prozesse, sowohl auf Veränderung als auch auf Nichtveränderung im Sinne von Konstanz (ständiger Auf- und Abbau der Zellen in einem Organismus, Fließgleichgewichte von Systemen, etc.).

- Veränderung (»change«) ist dasjenige (»Netto«)Resultat dynamischer Prozesse, das in einer Zustandsveränderung (»event«) mündet.
- Entwicklung (»development«): Entwicklung bezieht sich auf raumzeitlich bestimmte und in ihrem Ablauf mehr oder weniger gerichtete Veränderung(en) von Einheiten; sie kann voraussagbar oder unvorhersehbar sein.

Etlliche Differenzierungen ebenso wie Differenzen zwischen Sukzessions-theorien sind die Konsequenz unterschiedlicher raumzeitlicher Betrachtungs-ebenen ökologischer Objekte oder Prozesse. Dies zeigt sich anhand der bei-den wichtigsten übergreifenden Konzepte, der Mosaik-Zyklus-Theorie und dem patch-dynamics-concept.

Die in Deutschland vor allem von Hermann Remmert vertretene *Mosaik-Zyklus-Theorie* (Remmert 1988, 1991) übt Kritik an naiven Vorstellungen über natürliche Gleichgewichte und konstante Klimaxgesellschaften. Anlaß dafür waren Beobachtungen, daß in manchen tropischen und vielen tempera-ten Wäldern nicht einzelne Bäume absterben und durch Jungwuchs ersetzt werden, sondern daß es natürliche Zusammenbrüche größerer Altbaumbe-stände der Klimaxgesellschaft gibt. Damit entstehen stets aufs neue ganze Sukzessionsflächen innerhalb von Wäldern. Die mosaikhafte und permanente Dynamik einzelner kleiner Flächen wird betont, und allein im großen Maßstab betrachtet scheinen solche Waldökosysteme konstant. Somit impliziert auch die Mosaik-Zyklus-Theorie übergreifende Stabilitätszustände von Ökosystemen, nämlich in einer anderen raumzeitlichen Betrachtung durch die Wahl eines anderen Maßstabs und dem Status der Fokalebene als empirische Entität. Remmert sieht Stabilität durch die Ausrichtung eines Systems in eine bestimmte Richtung erzeugt:

»Alle in einem Ökosystem denkbaren Katastrophen sind [...], ebenso wie die Reparatur sol-cher Katastrophen, im System bereits vorprogrammiert.« (Remmert 1987:32)

Die Annahme vorprogrammierter Störungen und deren Reparatur geht von ei-nem Ökosystem als Einheit aus, das aus kleinen zersplitterten Flecken besteht, auf denen zeitlich versetzt immer die gleichen Zyklen ablaufen. Die Idee vom Wachsen und Sterben eines Ökosystems als (Super)Organismus ist dabei nicht aufgegeben, sondern vielmehr nur verschoben, denn in der Summe solcher Zyklen wird das Gesamtsystem sogar unsterblich. Abgesehen von möglichen Auswirkungen umfassender klimatischer oder tektonischer Verän-derungen gibt es keinen »Tod« des Systems und keine einheitliche Sukzession bis zum Wiedererstehen des Klimax, sondern viele kleine Regeneratio-

nen. Das System existiert hier nicht nur als räumliche Einheit – als Summe aller Flecken, z.B. eines Waldgebietes – sondern vielmehr als wohlintegriertes Funktionsgefüge. Nicht nur die Fokaleinheit ist also auf eine höhere Integrationsebene verschoben, sondern diese Einheit besitzt auch einen anderen epistemischen und ontologischen Status. Es »gibt« nicht mehr (allein) die kleinräumig veränderlichen Individuen und Lebensgemeinschaften, sondern die übergeordnete Einheit des Ökosystems, und zwar als funktionale wie als »reale« Einheit.

Die Anwendbarkeit der Mosaik-Zyklus-Theorie auf andere Formationen als Wälder ist fraglich (vgl. Remmert 1991 für Beispiele). Sommer (1991) betont, daß die alljährliche saisonale Abfolge unterschiedlicher Lebensgemeinschaften in temperaten Seen eher der traditionellen Sukzession entspricht. Die späten Stadien (»Endstadien«) werden nicht durch interne Prozesse wie Alterung oder Konkurrenz beendet. Sie erhielten sich längerfristig selbst, wenn sie nicht extern durch Veränderung der Einstrahlungs- und Temperaturverhältnisse ab Herbst zerstört würden. Für die temperaten Seen treffe damit eher die Hypothese einer Notwendigkeit mittlerer Störung zur Systemerhaltung von Connell (1978; siehe unten) zu.

Das *patch-dynamics-concept* (PDC, Pickett & White 1985a) nimmt die Idee kleiner mosaikhafter Flecken innerhalb physiognomisch homogener ökologischer Formationen wie Wälder, Seen oder Wiesen auf und radikalisiert sie. Weniger ein großes Gefüge, sondern die Detailprozesse selbst rücken ins Zentrum der Forschung (Jax 1994a). Streitigkeiten über die Zuschreibung von Stabilitäts- oder Störungseigenschaften, vor allem aber über die Abgrenzung »echter« Systemgrenzen und -einheiten, werden insofern gegenstandslos, als erstere allein unter bestimmten willkürlich gewählten Fragestellungen abgehandelt werden und nicht mehr als Eigenschaften des Systems als solchem. Dabei wird die Annahme »realer« Einheiten auf Niveau des Ökosystems zurückgewiesen und eine epistemisch-nominalistische Auffassung ökologischer Systeme als subjektiv für das jeweilige Forschungsinteresse gewählter und abgegrenzter Untersuchungseinheiten vertreten (Pickett & White 1985b, Jax 1994a). Weiter gilt in der Perspektive des PDC, daß Dynamik, die oft aufgrund von Störungen unterschiedlichen Ausmaßes entsteht, in der Natur die Regel sei und »Stabilitäten« im Sinne von Gleichgewichtszuständen dagegen eher raumzeitlich eingeschränkte Ausnahmen darstellen (White & Pickett 1985, Pickett *et al.* 1994). Doch nicht nur in methodologischer Hinsicht, sondern auch aufgrund der Festlegung empirischer Entitäten

impliziert das PCD völlig andere Konsequenzen, denn es wird postuliert, daß es *keine* eindeutig abgrenzbaren Ökosysteme gebe, welche als existierende Entitäten ökologischer Forschung und Theorie zugänglich seien.

Fazit des Kapitels 3.1.1 zu Veränderlichkeitstheorien ökologischer Systeme

- Sukzession, Mosaik-Zyklus und *patch dynamics* lassen sich als Sequenzen der zunehmend skalenbezogenen raumzeitlichen Spezifizierung und Modifizierung einer Idee verstehen, gerichtete, regelhafte und damit prognostizierbare Veränderungsprozesse zu beschreiben und zu analysieren.
- Wichtige Differenzen liegen im epistemischen Status der Fokalebene: Sukzession läßt sich individualistisch und organizistisch deuten, das Mosaik-Zyklus-Konzept nur organizistisch-systemtheoretisch, das PDC nur individualistisch. Verbindender Gedanke ist aber, daß die Veränderlichkeit im kleinen durchaus eine gleichzeitige Konstituierung (Sukzession) oder Erhaltung (Mosaik-Zyklus, *patch dynamics*) eines Systems im großen bedingen kann.
- Sukzessionskonzepte in der Ökologie sind durchaus unterschiedlich bestimmt. Dies liegt nicht zuletzt daran, daß sie sich in unterschiedlicher Weise auf Phänomene raumzeitlicher Veränderungen in ökologischen Systemen beziehen. Es erscheint mir aber in keinem Fall sinnvoll, jeden Wandel in der Zeit als »Sukzession« – ebensowenig wie als »Evolution« – zu bezeichnen. Der Sukzessionsbegriff ist mit *regelhaften, wiederholten und wiederholbaren* Prozessen am besten charakterisiert und damit vom Evolutionsbegriff abzugrenzen. Sukzessionsprozesse sollten zumindest in groben Zügen prognostizierbar sein, um als solche bezeichnet zu werden.

3.1.2 Stabilitäts-Diversitäts-Hypothese

»Much of the interest in diversity has stemmed from its proposed relationship to community stability.« (Hurlbert 1971:579)

Seit Beginn der systemtheoretischen Interpretation ökologischer Phänomene sind unterschiedliche Versuche gemacht worden, den Zusammenhang zwischen der Organismenvielfalt und der Stabilität ökologischer Einheiten zu bestimmen. Bis in die 1970er Jahre hinein wurde die These, daß Vielfalt (»Diversität«) der Organismenarten ökologische Stabilität mit sich bringt, als »ökologisches Gesetz« angesehen; in der populärwissenschaftlichen Literatur

gilt diese Auffassung zuweilen immer noch. Doch in den letzten Jahren ist die scheinbar abgeschlossene Debatte auch ökologieintern wieder aufgeflammt (vgl. Trepl 1995).

Häufig bedeutete und bedeutet Diversität schlicht die Anzahl unterschiedlicher Arten in einem Gebiet (Mannigfaltigkeit; vgl. Pimm 1984). Als gehaltvollerer Terminus wurde »Diversität« in der Ökologie in den 1940er Jahren als Konzept von Berechnungsindices zur Auswertung faunistischer Bestandserhebungen eingeführt (Fisher, Corbet & Williams 1943; Simpson 1949). Das Verfahren ist rein formal und wurde zeitgleich auch als quantitative literaturwissenschaftliche Methode zur Textanalyse eingesetzt (Williams 1946). Gewissermaßen ließ sich nun das »Buch der Natur« hinsichtlich der formalen Anordnung seiner Elemente als wirklicher Text lesen. Diversitätsindices zur Häufigkeitsverteilung der gefundenen Arten dienten als Werkzeug, um die Aussagekraft von Stichproben zu beurteilen und methodische Hinweise zur Erfassung der Artenvielfalt zu geben. Dabei war die Annahme der Stabilität (im Sinne von Konstanz; siehe unten) der Artenzusammensetzung in einem bestimmten Gebiet Voraussetzung, um überhaupt sinnvoll rechnen zu können.

Dieser Stabilitätsgedanke findet sich auch im Konzept des dynamischen Fließgleichgewichtes, dem die Annahme stabiler Ökosysteme im Sinne der Fortexistenz eines bestimmten Systems (Persistenz; siehe unten) zugrundeliegt. Auf einem solchen Naturbild und auf informations- und systemtheoretischen Ideen beruhte der Versuch zu zeigen, daß artenreichere Systeme zugleich stabiler seien als artenärmere. Es sei betont, daß die Initiation der Diversität-Stabilitäts-Diskussion durch ein »ökologisches Problem« anthropogen bedingter Veränderlichkeit geschah, nämlich durch das Phänomen biologischer Invasionen. Elton (1958) stellte dabei die Frage, warum bestimmte Ökosysteme anfälliger für Invasionen oder Schädlingskalamitäten waren als andere. Elton greift in seinem Buch Naturschutzfragen explizit *im Rahmen naturwissenschaftlich-ökologischer Theorie und Empirie* auf. Die Diskussionen um das Verhältnis von Diversität und Stabilität ökologischer Systeme verliefen nie völlig getrennt von Umweltschutzfragen; seit Elton äußerten sich maßgebliche Autoren dezidiert zu Anwendungsfragen und trieben die Theoriedebatte auch im Anwendungskontext voran (vgl. Van Dobben & Lowe-McConnell 1975).

Informationstheoretische Erwägungen zum Zusammenhang von Diversität und Stabilität in Lebensgemeinschaften von MacArthur (1955) beruhen auf

dem Konzept der Lebensgemeinschaft oder auch des Ökosystems als Energiedurchflußsystem (Lindeman 1942). Stabilität wird dabei anhand der Zahl alternativer Möglichkeiten des Energietransfers im Nahrungsnetz ermittelt, mithin am Ausmaß redundanter Funktionen in den Nahrungsbeziehungen. Mehrere unterschiedliche Arten stehen dabei in der Lebensgemeinschaft als Alternative für den Nahrungserwerb zur Verfügung. Zunächst also scheint Diversität in den trophischen Beziehungen die *Ursache* für Stabilität der Lebensgemeinschaft zu sein.

Wichtig für unsere Thematik ist MacArthurs Hinweis auf einen evolutionsbiologischen Aspekt: es muß eine Ausbalancierung (»evolutionary trade-off«) adaptiver Vor- und Nachteile zwischen Spezialisierung und Stabilität existieren. Effizienz im Sinne von Nahrungsspezialisierung würde der Stabilität in der Lebensgemeinschaft entgegenwirken, weil sich die Zahl redundanter Funktionen, hier der Nahrungsalternativen, vermindert. Artenvielfalt als Resultat evolutionärer Spezialisierung ist also nur möglich, wenn die Lebensgemeinschaft dennoch stabil bleibt: »Natural selection operates for maximum efficiency subject to a certain necessary stability« (MacArthur 1955:535). Letztlich bestimmen abiotische Faktoren in diesem Konzept über das Ausmaß der Diversität, weil sie den Rahmen für Stabilität vorgeben. Diversität entsteht und wächst also hier aufgrund bestimmter Stabilitätsbedingungen, nicht umgekehrt. Im individualistischen Paradigma der Ökologie ist Stabilität eher ein emergentes (Epi)Phänomen:

»The evolution of biological communities, though each species appears to fend for itself alone, produces integrated aggregates which increase in stability.« (Hutchinson 1959:156)

Dagegen resultiert Stabilität aus der Perspektive der Ökosystemökologie als unmittelbar ökologisch relevante thermodynamische Notwendigkeit der Systemintegration (Margalef 1975). Das Grundproblem der Diversitäts-Stabilitäts-Hypothese besteht allerdings für alle Ansätze gleichermaßen: Einerseits soll Diversität auf »stabilen« Umweltbedingungen beruhen, andererseits gilt Stabilität aber als Resultat der Diversität.

Diese reichlich unklaren Beziehungen zwischen Stabilität und Diversität wurden zwischen 1965 und 1975 im angloamerikanischen Bereich intensiv erörtert (vgl. Woodwell & Smith 1969). Goodman (1975) legte einen sehr einflußreichen Aufsatz zur Debatte vor, in dem er auch die Rolle ontologisch beeinflusster Naturbilder würdigt. Er eröffnet seinen Review zur Debatte mit der Betonung der Wirkmächtigkeit der Metaphorik einer »Balance of Nature«

und diesbezüglicher früher Formulierungen in Ökologielehrbüchern von Elton (1927) und Odum (1953), um die Attraktivität der Hypothese zu erläutern. Empirische und konzeptionelle Belege für die Gültigkeit wurden aus verschiedensten Bereichen zusammengetragen, was der Diversitäts-Stabilitäts-Hypothese tatsächlich zeitweise den Rang eines übergreifenden Gesetzes in der Ökologietheorie verlieh: Systemtheorie (Margalef 1958), das holistische Weltbild (Smuts 1926), mathematische Modelle mit Räuber-Beute oder Nahrungsnetzsystemen (MacArthur 1955), Krankheits- und Befallsprobleme landwirtschaftlicher Monokulturen, biologische Invasibilität von Inseln durch neue Tier- und Pflanzenarten (Elton 1958) sowie die relative Artenarmut fluktuationsreicher arktischer und antarktischer Lebensgemeinschaften scheinen die Diversitäts-Stabilitäts-Hypothese zu stützen. Goodman unterzog all diese Punkte einer kritischen Prüfung, bei der am Ende nichts an Evidenz übrigzubleiben scheint. Seine Hauptkritik gilt den mathematischen Modellen und informationstheoretischen Analogien, die als vermeintliche Beweise herangezogen werden:

»This entire literature is so permeated with assumptions, crucial to the derivation of the particular mathematical results but violated by any conceivable ecological system, that the extrapolation of these results to ecology is defensible only as speculative analogy.« (Goodman 1975:261)

Die Schärfe der Auseinandersetzung – so lautet meine Vermutung – dürfte mit der erwähnten ontologischen Dimension der Debatte zusammenhängen: es ging nicht nur um Eigenschaften epistemisch-methodischer Konstrukte einer Wissenschaft, sondern es wurden Aussagen über die »Natur« der Natur verhandelt.

Zur gleichen Zeit standen praktische Umweltschutzfragen im Vordergrund, für deren Lösung Wege gesucht wurden. Zahlreiche Überlegungen der Ökologietheorie bezogen und beziehen sich weiterhin auf die zunehmende Umweltzerstörung und die Möglichkeiten, Eingriffsfolgen in ihrer zerstörerischen Wirkung abschätzen zu können, wobei der Referenzpunkt eine meist als stabil angesehene unbeeinflusste Natur blieb. In der Zeit ab etwa 1970 (Meadows *et al.* 1973) ging es Ökologinnen und Ökologen unter anderem darum, mit einer vereinheitlichten *Ökologietheorie* auch praktische Managemententscheidungen und -regeln für den Umweltschutz entwickeln zu können (Holling & Clarke 1975). Obwohl manche Autoren konstatiert hatten, daß die Diversitäts-Stabilitäts Hypothese völlig obsolet sei, wurde sie in modifizierter Form und in verschiedenen Kontexten weiter aufrechterhalten. Eugene Odum

betonte zwar, daß der Hypothese ein Bekenntnis (»article of faith«, Odum 1975:11) zugrundeliege; nichtdestotrotz sei, differenziert nach Energiequalität und -input sowie Nährstoffverfügbarkeit des Systems, das Prinzip einer energetischen Durchfluß- und Nutzungsoptimierung weiterhin gültig, *um Stabilität zu erhalten*. Solche Überzeugungen bezüglich der Stabilität als Resultat von Diversität rissen ihn dazu hin, unter Berufung auf die Arbeiten seines Bruders Howard die optimalen prozentualen Anteile verschiedener Energieträger zur Nutzung durch den Menschen mit vermeintlich naturwissenschaftlich-ökologischer Gewißheit abzuleiten.

Bereits Robert MacArthur, der Begriffe wie »Stabilität« und »Sättigung« zur Beschreibung von Lebensgemeinschaften selbst verwendet hatte, warnte jedoch vor allzu naiven Vorstellungen zur Bedeutung der Diversität als Denkfigur:

»Human occupations become diverse in order to exchange services effectively; such change of services is unknown among most organisms, so one should not be carried away by the analogy of species with human occupation.« (Mac Arthur 1965:530)

Das »ökologische Gleichgewicht« in natürlichen Systemen ließ sich nicht (mehr) pauschal unterstellen (Gigon & Bolzern 1988). Die Vorstellungen von Gleichgewichtszuständen wurden differenziert, und vielfach erschienen Beschreibungen ökologischer Systeme in Nicht-Gleichgewichtszuständen plausibler. Gleichzeitig wurde der Stabilitätsbegriff in der Ökologie problematisiert und begrifflich in verschiedene Teilaspekte aufgelöst (Oriens 1975, Grimm 1994; siehe unten). Dennoch lebte in den letzten Jahren die Debatte wieder auf, als Langzeituntersuchungen nordamerikanischer Arbeitsgruppen zur Diversität und zu bestimmten Stabilitätseigenschaften bestimmter Vegetationseinheiten großen Widerhall in der Fachöffentlichkeit fanden. Daher seien einige Einzelheiten referiert, um die Struktur der neuen Argumente zu erläutern. Tilman & Downing (1994) beobachteten über eine Dauer von 12 Jahren experimentell manipulierte vorwiegend mit Gräsern bestandene Flächen (»grassland«; dt. »Grünland«). Gemessen an der Primärproduktion überstanden artenreiche Flächen Dürreperioden besser als artenärmere. Sie zeigten sowohl größere Widerstandsfähigkeit als auch schnellere Regenerationsfähigkeit. Kritik an der Interpretation richtete sich unter anderem auf die Methode, Artenarmut durch Stickstoffdüngung im Experiment erzeugt zu haben. Der beobachtete Effekt beruhe demnach darauf, daß sich bei Stickstoffüberfluß Pflanzen mit einem anderen Verhältnis von oberirdischer zu unterirdischer

Biomasse einstellten und daß dies der Grund für die schlechtere Überdauerungsfähigkeit sei und nicht die Artenzahl (Givnish 1994). Eine Erwiderung der Autoren (in: Givnish 1994) zeigt zwar, daß nicht das Wurzel-Sproß/Blatt-Verhältnis der Biomasse allein den gezeigten Effekt erklärt. Aufgrund der Erzeugung der Artenarmut durch Stickstoffdüngung bleibt dennoch Givnishes Interpretation unwiderlegt, daß der Effekt der Vielfalt nur ein Artefakt oder zumindest ein Sekundärphänomen sei. Unbestritten – allerdings auch nicht neu (siehe Ellenberg 1954) – ist, daß artenreichere Pflanzengemeinschaften zur langfristigen Konstanz der Biomasseproduktion führen, da bei schwankenden Bedingungen zumindest immer einige Arten gut wachsen können. Diese Situation hängt mit den vergleichsweise ähnlichen Ressourcenansprüchen von Grünlandpflanzen zusammen. Bei wechselnden abiotischen Bedingungen können sie andere Arten auskonkurrieren oder – aus einem anderen Blickwinkel – in dieser Zeitspanne »funktionell ersetzen«. Naeem *et al.* (1994) gaben der These vom Zusammenhang zwischen Artenvielfalt und Produktivität weitere Unterstützung durch kontrollierte Versuche in Klimakammern (»Ecotron«), die neben Primärproduzenten auch Herbivore, Parasitoiden und Destruenten umfaßte. Interessanterweise war aber die Nährstoffzirkulation nicht unmittelbar von der Artenzahl abhängig, was die Frage aufwirft, welche Ökosystemfunktionen außer Primärproduktion und CO₂-Aufnahme (Respiration) in welcher *Weise* durch Artenverlust beeinflussbar sind (Kareiva 1994). Aus der Perspektive seiner Ökosystemökologie hat Eugene Odum zur jüngsten Debatte darauf hingewiesen, daß der asymmetrische Zusammenhang zwischen Produktivität und Artenvielfalt vor allem ein Problem der Stickstoffverhältnisse ist: in natürlicherweise stickstoffarmen Situationen sichert Artenvielfalt die Produktivität, in stickstoffreichen oder gedüngten Systemen führt eine Erhöhung der Produktivität dagegen zum Verlust von Arten und Stabilitätseigenschaften (Odum 1998).

Die Rolle der Artenvielfalt – seit Beginn der 1990er Jahre unter dem Begriff Biodiversität (siehe Kap. 6) – wird in der Interpretation dieser neuen Ansätze nicht auf die An- oder Abwesenheit einzelner Spezies bezogen, sondern von bestimmten *Eigenschaften* des Systems her erklärt. Dabei muß allerdings bezweifelt werden, ob das »ganze« System mit der »Stabilität« von Primärproduktion und Respiration hinreichend beschreibbar ist. Die Systemorientierung selbst ist keine neue Idee, aber die bisherigen Ansätze beruhten darauf, daß Stabilität von Arten, Lebensgemeinschaften oder Ökosystemen gleichsinnig miteinander korreliert seien. In artenreichen Lebensgemein-

schaften können einzelne Arten oder Populationen stets instabiler sein, fluktuieren oder verschwinden, wie es May (1975) in mathematischen Modellen vorführte. Nun soll darüber hinaus sogar gelten: »individual instabilities help stabilize the whole system« (Moffat 1994). Mit einer solchen ebenso weitreichenden wie wenig komplex gedachten Behauptung wird die spezifische Rolle von Schlüsselarten (»key species«) für die Aufrechthaltung bestimmter Lebensgemeinschaften im Wortsinne systematisch vernachlässigt (Treppl 1995). Doch was bedeutet eigentlich »Stabilität« in der Ökologietheorie?

Spezifikation des Stabilitätsbegriffs

Als Konsequenz der anhaltenden Begriffsverwirrung wurden vor allem von Seiten der Theoretischen Ökologie Bemühungen angestellt, den in verschiedensten Bedeutungen benutzten Stabilitätsbegriff zu präzisieren (May 1975, Orians 1975, Pimm 1984). In einer neueren Arbeit konstatiert Grimm (1994) in der Literatur 163 verschiedene Definitionen und bislang keine Einigung. Grimms Auffassung nach gibt es keine »Stabilität«, sondern nur *Stabilitätseigenschaften*, und diese lassen sich drei basalen Einheiten zuordnen: Konstanz eines Systems (»constancy«), Rückkehr zum Ursprungszustand nach externer Veränderung durch äußere Einwirkung (»resilience«) sowie Fortbestehen (»persistence«). Während die ersten beiden Konzepte aus Mathematik und Physik stammen und sich in deren Sprache beschreiben lassen, ist Persistenz im Sinne von »Überdauern eines ökologischen Systems« (Grimm 1994:15) gemeint. Die Unterscheidung physikalischer Parameter und genuin biologischer ist sehr hilfreich, denn dieses Erhalten/Überdauern ökologischer Systeme scheint in der Ökologie und auch im Naturschutz meist intuitiv mit »Stabilität« gemeint zu sein. Dabei bleiben zwei Probleme ungelöst:

- Welche *Einheiten* gehören in die Kategorie »ökologische Systeme« und – vor allem – welche nicht? Welcher epistemische Status wird in unterschiedlichen theoretischen Konzeptionen zugrundegelegt (vgl. Kap. 3.2)?
- Wie weit läßt sich das Überdauern eines ökologischen Systems jenseits der Angaben zur Konstanz und Resilienz ausdrücken? Dazu muß die Frage beantwortet werden, wann und nach welchen Kriterien ein System noch als dasselbe bezeichnet werden kann, und wann nicht mehr (Jax *et al.* 1998). Mir scheint die Lösung dieser Frage in der Rückkehr zum Artenbestand in einer raumzeitlichen Einheit zu liegen, und die Biodiversitätsdiskussion läßt sich als dementsprechende Antwort lesen (Kap. 6).

Spezifikationen, Kritik und neue Aktualität des Diversitätsbegriffs

»For the most part, however, diversity seems to be a naturalist's measure that reflects the likelihood of encounter between a naturalist or researcher and a new species.«
(Peters 1991:289)

Auch der Diversitätsbegriff hat zahlreiche Modifikationen sowie grundsätzliche Kritik erfahren. Aus einem Maß für die Aussagekraft einer Stichprobe war eine Bestimmung des Charakters von Lebensgemeinschaften geworden, der sich allerdings zumeist allein auf Taxozönosen (Blütenpflanzen, Vögel, bestimmte Insektenordnungen oder -familien) bezog. Je nach mathematischer Behandlung wurden mehrere Diversitätsindices unterschieden (vgl. Hurlbert 1971, Goodman 1975). Da sich die Abgrenzung getrennter Lebensgemeinschaften oder eines Ökosystems in sehr heterogenen Umgebungen als schwierig erweist, konzidierte bereits MacArthur eine Unbestimmtheit der Unterscheidung von Diversität innerhalb und zwischen Habitaten. Diese »within-« bzw. »between-habitat diversity« (MacArthur 1965) entspricht der »alpha-/beta-Diversität« in der Terminologie Whittakers (1977). Allerdings ist damit das Abgrenzungsproblem lediglich auf den Habitatbegriff verschoben. Bereits Hurlbert (1971) gab ein vernichtendes Urteil über die inhaltliche Qualität der kursierenden Diversitätskonzepte und vor allem über die Aussagekraft der verschiedensten Diversitätsindices ab: es handle sich bei Diversität um ein methodisch problematisches und theoretisch inhaltsleeres »nonconcept«.

Etwa zur gleichen Zeit, in der sich die Kritik an begrifflichen und methodischen Unklarheiten sowie an der Aussagekraft von Diversitätsindices und anderer mathematischer Behandlungen der Artenzahl in einem Gebiet durchgesetzt hatte, wurden »bloße« Bestandsaufnahmen des Artenbestands biologie-theoretisch ebenso wie umweltpolitisch relevant: Aufgrund der Entdeckung einer ungeahnten Zahl von Arten im Laufe genauerer entomologischer und botanischer Untersuchungen im Kronenbereich der Tropenwälder ging es um eine neue Abschätzung der schiereren Zahl von Organismenarten (Erwin 1991a). Antworten auf die Frage nach den *Ursachen* dieser Artenvielfalt wurden als unbefriedigend angesehen. Diamond spricht von einem Waschzettel an Erklärungsversuchen (»laundry list«, Diamond 1978:117). Diamonds Vorschlag zur Systematisierung zielt darauf ab, diese Liste zu ordnen, indem er erstens Qualität und zweitens Quantität der Ressourcen sowie drittens Interaktionen zwischen Arten und viertens Artenwandel als Hauptfaktoren her-

ausstellt. Für oft genannte anscheinend generelle Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge nennt er Ausnahmen, um zu zeigen, daß solche Aussagen den Charakter von Faustregeln besitzen, die im Einzelfall nicht gelten müssen.

Die Reihenfolge der ersten drei Punkte spiegelt in gewisser Weise die Chronologie der Erklärungsversuche für Artenvielfalt wider. Zunächst gingen Elton (1927) und Hutchinson (1958) in den klassischen Nischentheorien von Ressourcenqualitäten aus, die entweder in gleichmäßiger Verteilung und unter konstanten Bedingungen vorliegen oder überhaupt nicht. Im Laufe der Zeit gerieten die Bedeutung der diskreten und quantitativ variierenden Verteilung von Ressourcen sowie später die Rolle der Wechselwirkungen zwischen den Arten in der Lebensgemeinschaft in den Blick. MacArthur & Wilson (1967) und Whittaker (1977) berücksichtigten die quantitativen Muster der Artenzusammensetzung insbesondere als Resultat spezifischer Artensukzession in mehr oder weniger »gesättigten« Lebensgemeinschaften. Mit diesen Schritten ist die Entdeckung und Formulierung *ökologischer Heterogenität* bezeichnet – eines der großen Themen in der Ökologie der 1980er Jahre (Kolasa & Pickett 1991). Der evolutive Wandel der Arten selbst steht in diesem Kontext ökologischer Theorie nur dann zur Debatte, wenn der Wandel ökologischer Bedingungen neue Anpassungen erfordert. Phylogenie stellt also – *cum grano salis* – vor allem in der angloamerikanischen Ökologietheorie einen von externen ökologischen Gegebenheiten getriebenen Prozeß dar.

Die komplexer werdenden Beschreibungs- und Erklärungsversuche für Diversität und Stabilitätsphänomene implizieren gleichzeitig eine Verschiebung der Fokaleinheit: Vom Ökosystem und der Lebensgemeinschaft über die kleinflächige Standortbedingungen (»microhabitats«, Whittaker 1975; vgl. PDC oben) geht die Aufmerksamkeit zu Interaktionen weniger Arten bis hin zur einzelnen Spezies. Deutlich wird damit, daß die in Rede stehenden Faktoren auf unterschiedlichen raumzeitlichen Skalen wirksam sind. Diese Skalenbezogenheit und die Rolle unterschiedlicher Fokalebenen zeigen sich besonders in der Debatte um Fragen der »Stabilität und Dynamik« anhand des Störungsbegriffs in der Ökologie.

3.1.3 Störungsbegriff und Skalentheorie: Vorschläge zur Begriffsklärung und Zwischenfazit

Unabhängig von der genauen Bestimmung muß sich jede Definition der Stabilität auf Reaktionen des Systems gegenüber äußeren Einwirkungen beziehen: »Stated simply, a system is stable if it persists despite perturbations«

(Connell & Slatyer 1977: 1121). Störungen sind also zunächst etwas, dem gegenüber ökologische Systeme entweder inert (konstant) bleiben, oder auf die so reagiert wird, daß der Anfangszustand wieder erreicht wird (Resilienz nach Holling 1978). Der Störungsbegriff hat – wie geschildert – für die Diversitäts-Stabilitäts-Hypothese ebenso wie für Mosaik-Zyklus-Theorie oder das patch-dynamics-concept erhebliche Bedeutung. Die Beurteilung der Rolle von Störungen oder Beeinträchtigungen hat sich aber erheblich verändert:

- *Diversitäts-Stabilitäts-Hypothese*: Connell (1978) bezeichnet Störungen »mittleren« Ausmaßes und mittlerer Intensität als konstitutiv für die Aufrechterhaltung hoher Artendiversität in Korallenriffen, tropischen Regenwäldern und feuerbeeinflussten temperaten Wäldern.
- *Mosaik-Zyklus-Theorie*: Die Kompensation von Störungen sind »ins System einprogrammiert« (Remmert 1991), was bedeutet, daß die Arten daran zumindest angepaßt sind.
- *Patch dynamics-concept*: Dieses ist auch bezüglich der Störung in gewisser Weise eine Fortentwicklung des Mosaik-Zyklus-Theorie, meist in Kombination mit der Hypothese mittlerer Störungen von Connell, da die Dynamik heterogener kleiner Einheiten selbst und nicht ein vermeintliches Ökosystem fokussiert werden (Pickett & White 1985b).

Störungen sind im Rahmen solcher Theorien nicht nur zum Normalfall, sondern sogar zum Initialpunkt oder Kausalfaktor für Sukzession, Regeneration oder Aufrechthaltung der Artenvielfalt geworden. In Computermodellierungen und realiter im tropischen Regenwald weisen ökologische Systeme mit großer Artenzahl gegenüber *sehr großen* Störungen eine vergleichsweise geringe »Stabilität«, und zwar bezüglich Konstanz, Resilienz *und* Persistenz, auf. Als eine Ursache wird die große Anzahl von Koevolutionsphänomenen und die damit zunehmenden Interdependenzen im System vermutet (May 1975, Orians 1975). Anpassungen an normale Schwankungen der Umwelt bzw. das, was man als »natürliche Störungen« bezeichnet, sind adaptiv im Kontext der Lebensgemeinschaft erworben: »The community, then, is viewed as a network of species whose tendencies toward fluctuation are coevolved« (Goodman 1975:260). Wenn Störung sich als Extremfall auf dem Kontinuum von Fluktuationsintensitäten angeben läßt (siehe unten), dann überrascht es wenig, daß zu große Störungen das Beziehungsgefüge zerstören, weil das Netzwerk zerreißt: »(I)t is a truism that any serious ecological perturbation will lead to some extinctions and a reduction in species diversity« (ebd.:260).

Dieser Unterschied zwischen internen, quasi abgepufferten, Störungen und anscheinend externen (Zer)Störungen erscheint aber sehr unbestimmt. Systematisierungen des Störungsbegriffs von Pickett & White (1985a) und anderen versuchten konsequenterweise eine Verwissenschaftlichung des ursprünglich eher intuitiven Konzepts. Störung ist dann nicht mehr etwas, das geschieht, sondern eine *definierte* Klasse von Ereignissen:

»A disturbance is any relatively discrete event in time that disrupts ecosystem, community, or population structure and changes resources, substrate availability, or the physical environment.« (White & Pickett 1985:7)

Ich werde im folgenden den Begriff der Störung in der Ökologie kritisch diskutieren und eigene Vorschläge zur Begriffsverwendung machen, weil dieser Begriff im Naturschutz von zentraler Bedeutung ist. Zur Formulierung von Zielen und Umsetzung von Schutzkonzepten muß geklärt werden, wie Störungen zu definieren sind und welche positiven oder negativen Konnotationen (»notwendig« versus »Zer-Störung«) mit dem Begriff in der Ökologietheorie verbunden sind.

Unstrittig ist der diskrete, mehr oder weniger plötzliche Beginn der Störung. Doch die Dauer und das Ende einer Störung sind sehr schwierig festzulegen und vielleicht deshalb in der oben genannten Definition ausgespart. Notwendig scheint mir zunächst, zwischen Agens (Störungsursache) und Wirkung zu unterscheiden (Tab. 4). Der Beginn einer organisch hochbelasteten Abwassereinleitung in ein nährstoffarmes Gewässer ist sicherlich eine Störung. Dauert danach die Einleitung (Wirkung) mehr oder minder kontinuierlich an, so endet deren Charakter als Störung dann, wenn die vorherige Gewässerzönose nicht mehr besteht und ohne weitere große Veränderungen auch irreversibel zerstört bleibt, so daß sich ein neuer Dauerzustand einstellt – im Beispielfall eine Gewässerbiozönose unter eutrophen Bedingungen. Somit ist eine vormalige Störung zum permanenten Zustand geworden. Nunmehr würde eine *neue* Störung vorliegen, wenn die Einleitung plötzlich aufhörte (vgl. Jax 1994b).

Ebenfalls problematisch ist die Formulierung eines »Störungsregimes«. Wenn eine Einleitung regelmässig alle 3 Monate erfolgt, handelt es sich dann um Störungen oder nur um eine rhythmische Dynamik, wie beispielsweise bei Ebbe und Flut? Das Problem ist in der Definition angelegt, wo nicht angegeben ist, ob eine Störung *unvorhersehbar* sein muß. Wenn dies gelten soll – und diese Begriffsauffassung halte ich für vernünftig – so sind beispielsweise

nur extreme Sturmfluten und unregelmässige Abwassereinleitungen »Störungen« im ökologischen Sinne, andere Ereignisse wären besser als natürliche oder anthropogene Dynamik diskreter aber raumzeitlich vorhersehbarer Ereignisse zu bezeichnen.

Tab. 4: Systematisierungsvorschlag für den Begriff »Störung« in der Ökologie

Störung als Agens/Ursache: *diskretes, unvorhersehbares und disruptives, »zerstörerisches« Ereignis.* Dies bedeutet in raumzeitlicher Perspektive einen Gegenpol zu graduell, konstant und/oder rhythmisch wirkenden Ereignissen. Auch die Diskretheit muss je nach Fokalebene skaliert werden.

Einwirkung von Störungen: *zunächst nur auf Individuen.* Es macht allerdings keinen Sinn, ein totes oder geschädigtes *Individuum* als die gestörte Einheit zu bezeichnen, denn

Folgen (Auswirkungen) von Störungen manifestieren sich stets auf überindividuellen Einheiten (Population, Zönose, Ökosystem). Bei ökologischen Interaktionen hängt die Zuschreibung des Störungsbegriffes davon ab, welche ökologische Einheit *in bezug auf die Folgen* gewählt ist.

Beispiel: Für ein Räuber-Beute-System macht es keinen Sinn, von Störung zu sprechen, wenn ein Beuteorganismus vom Räuber verspeist wird. Betrachtet man aber die Parasiten und Kommensalen des Beuteorganismus, so ist dessen Erbeutung durchaus eine Störung. Analoges gilt für Phytophagen-Pflanzen-Systeme: das Schaf auf der Weide ist, wenn es dort regelmässig frisst, keine Störung für die Pflanzenzönose – wohl aber, wenn auf einzelnen »patches« die schlagartige Reduktion der Phytobiomasse betrachtet wird.

Mit dieser engen Auffassung von Störung macht es wenig Sinn, im engen Sinne von einer Anpassung *an* Störungen zu sprechen. Ein gestörter Fleck beliebiger Größe wird stets neu besiedelt, und zwar fast immer von anderen Individuen und Arten als denjenigen, die unmittelbar vorher auf dieser Stelle waren. Die Fähigkeiten zur schnellen Ausbreitung, zur Überdauerung ungünstiger Bedingungen oder zur Besiedlung dynamischer Lebensräume können meines Erachtens begrifflich nicht sinnvoll als Anpassung an Störungen bezeichnet werden. Beipielsweise wäre es wenig hilfreich, alle »r-Strategen« – kurzlebige, sich schnell und in großer Zahl reproduzierende Organismen (MacArthur & Wilson 1967) – als störungsangepaßt zu erklären. *Sie* werden

ja gar nicht gestört, sondern profitieren von einer Störung anderer Zönosen. Ihre Anpassung bezieht sich auf ökologische Situationen, die in sehr dynamischen und meist heterogenen Umwelten immer wieder auftreten, nicht aber an »Erfahrungen« mit Störungen in ihrer Adaptationsgeschichte.

Die Formulierung eines Störungsregimes oder die Rede von »notwendigen« Störungsereignissen impliziert, daß ein System in einem bestimmten Zustand langfristig erhalten bleibt (Persistenz), gerade weil es *aufgrund der Störungen* nicht den natürlicherweise ablaufenden Entwicklungstendenzen folgt (z.B. Sukzession, Verlandung). Auf der Fokalebene liegt also in oben genannten Sinne keine Störung vor; vielmehr handelt es sich um raumzeitliche Dynamik, die zur Erhaltung eines meist großräumig und landschaftsökologisch oder -physiognomisch gedachten Objekts (z.B. Trockenrasen oder Auengewässer mit ihren Zönosen) führt. In diesem – problematischen – Sinne erscheinen mehr oder minder natürliche Störungen bestimmter Einheiten als »notwendige« Ereignisse der Erhaltung des fokussierten übergeordneten ökologischen Objekts, für das die Ereignisse aber per definitionem keine Störungen sind.

Diese Argumente folgen teilweise der Systematik, die auch Jax (1994a) gegen Remmerts »vorprogrammierte Katastrophen« im Mosaik-Zyklus-Konzept eingewandt hat: Stets ist die langfristige Erhaltung eines (System)Zustands bestimmter Skalierung als Fokalebene im Blick; in bezug auf diese werden dann die »notwendigen« Störungen, Zyklen, Dynamiken oder Prozesse formuliert. Von diesen letztgenannten Begriffen erscheinen mir »Störung« oder »Störungsregime« vom Theoriestandpunkt aus als die unpassendsten, um statistisch regelmäßig zu erwartende raumzeitlich einschneidende Ereignisse zu benennen.

Im Gegensatz zum Definitionsvorschlag von White & Pickett (1985) scheint es mir nicht sinnvoll, jedes diskrete Ereignis, das eine substantielle Zustandsänderung des ökologischen Gefüges mit sich bringt, als Störung zu bezeichnen. Dieses würde nämlich implizieren, daß Störungen absolut ubiquitär sind, womit mir der Begriff dann unpassend erscheint. Gleichzeitig bliebe »Ungestörtheit« mit Kontinuität und Konstanz assoziiert, was gerade der eigenen Programmatik zuwiderläuft, ökologische Prozesse bereits im Normalfall als dynamisch und nicht statisch aufzufassen. Die Einengung der Definition widerspricht allerdings bestehenden Intuitionen; beispielsweise erscheint wohl den meisten Betrachtenden ein Frühjahrshochwasser mit starker Erosion des Ufers und Substratumlagerung als Störung. Dennoch sollten die unklaren

und mehrdeutigen Begrifflichkeiten im Kontext »natürlicher Störungen« besser in einer Terminologie wie »natürliche Fluktuation/Dynamik bezüglich des Umweltfaktors X« überführt werden, um herauszustellen, daß dynamische Prozesse gemeint sind und eben nicht die mit dem Wort Störung konnotierte Annahme einer vorher bestehenden Harmonie oder eines Gleichgewichts.

Die Diskussion um ökologische Heterogenität, unterschiedliche Fokalebenen und angemessene Skalierung gebietet, jede Frage nach Störungen zunächst mit Gegenfragen zu beantworten: Was wird gestört, welche Einheiten verdanken dieser Störung ihre Persistenz oder aber ihre Zer-Störung auf welcher (Betrachtungs)Ebene des ökologischen Geschehens? Die manchmal beklagte geringe Generalisierungsfähigkeit oder die Relativierung der Anwendbarkeit bestimmter Konzepte, also hier des Störungsbegriffs, für verschiedene Sachverhalte und unterschiedliche Skalen ökologischer Einheiten ergibt sich zwingend aus der Skalierungsthematik (Jax *et al.* 1996).

Die hier vorgeschlagene enge Fassung des Begriffs hat zur Konsequenz, daß bezüglich großer raumzeitlicher Ebenen wenig übrigbleibt, das als Störung zu bezeichnen ist: Jahrzehntkatastrophen der Witterung, Vulkanismus und biologische Invasionen. Die regional erheblichen Auswirkungen letzterer sind auch dann als Störungen zu bezeichnen, wenn die Invasibilität des Systems selbst bereits Resultat anderer Veränderungen ist. Selbstverständlich jedoch gelten großflächige Abholzungen mit anschließender Erosion ebenso wie Versiegelung durch Asphaltierung oder Überbauung nicht nur als Störung, sondern praktisch immer als endgültige Zerstörung des ökologischen Systems.

Während der Begriff der Zerstörung eindeutig negativ konnotiert ist, haben White und Pickett (1985) versucht eine neutrale Definition zu geben, in der »Störung« allein nur negativ im Sinne eines Vorzeichens gemeint. Doch nicht allein weil eine Formulierung wie »Zerreißen« noch zur Definition gehört, kann es meines Erachtens keine nicht-wertende Auffassung von Störungen geben, weil der funktionelle Aspekt zentrale Bedeutung hat: Je nach Bezugseinheit bringen Störungen *entweder* die Gefahr echter Zerstörung für »stabile« (konstante und wenig resiliente) Einheiten, *oder* aber sie erhalten den Charakter eines ökologisch »notwendigen« Ereignisses zur dynamischen Erhaltung von Einheiten via Resilienz. Dies zeigt sich in der vor allem von Connell angestoßenen wissenschaftlichen Debatte um Störungen als Auslöser von Sukzession (Connell & Slatyer 1977) und als Ereignisse, die großen Artenreichtum aufrechterhalten (Connell 1978). Aufmerksamkeit erfuhr der Stö-

rungsbegriff gerade über diese funktionell ausgerichteten *Bedeutungsausweitungen*. Wie oben dargelegt, liegt einer der Gründe für die wissenschaftliche Popularität des Störungsbegriffs darin, daß er die in die Kritik geratenen Gleichgewichtskonzepte ablösen konnte und die Diversitäts-Stabilitäts-Hypothese modifizierbar machte. Ökologietheoretisch ist diese implizite und explizite Erweiterung des Terminus »Störung« aber aus den oben genannten Gründen problematisch. Verwirrend kommt hinzu, daß skalenbedingt das »gestörte« System oft ein anderes ist als das »begünstigte« und beide Aspekte gemeinsam auftreten.

Fazit des Kapitels 3.1

- Trotz der Betonung von Veränderlichkeit fokussieren ökologische Theorien darauf, wie ökologische Systeme persistieren und was diesbezüglich funktionell über Konstanz- oder Resilienzeigenschaften beschreibbar ist.
- Auch der Störungsbegriff in der Ökologie zielt letztlich auf die Persistenz bestimmter ökologischer Einheiten; daher wird vorgeschlagen, »Störung« bei der Beschreibung plötzlich eintretender drastischer Veränderungen nur in Ausnahmefällen zu verwenden und ansonsten von natürlicher Dynamik bestimmter Umweltverhältnisse zu sprechen.
- Die Berücksichtigung unterschiedlicher raumzeitlicher Einheiten ist unabdingbar, um Phänomene der Persistenz *und* der Veränderlichkeit adäquat zu beschreiben.
- Entgegen einem Anspruch, möglichst umfassende kontext- und skaleninvariante ökologische Gesetze zu formulieren, muß die Theorie der Ökologie diesen Phänomenen Rechnung tragen. Die Zuschreibung von Eigenschaften zu ökologischen Einheiten kann, ja muß sich maßstabsabhängig ändern. Damit bleibt die Verknüpfung verschiedener Fokalebene und die kausale Erklärung ebenenübergreifender Phänomene – von Artenvielfalt und -dynamik bis zur Sukzession größerer Einheiten – eine große Herausforderung.
- Für den Naturschutz entscheidend sind theoretische Grundlagen zur Analyse von Bedingungen, die ein erwünschtes »ökologisches« Objekt möglichst lange und möglichst konstant am Ort des Interesses halten können. Selbst wenn die Idee eines Schutzes von *Objekten* einer Orientierung an *Prozessen* weicht (siehe Kap. 4 und 9), muß geklärt werden, welche Einheiten ökologisch und evolutionär von Bedeutung sind und in welcher Form ein Zusammenhang mit anderen Einheiten theoretisch faßbar ist.

3.2 Zur Theorie-Integration von Evolutionsbiologie und Ökologie

»Any entities in nature that have variation, reproduction, and heritability may evolve.« (Lewontin 1970:1)

Die im vorangehenden Kapitel erörterten Sukzessionstheorien, das Mosaik-Zyklus-Konzept, die Diversitäts-Stabilitäts-Hypothese und die Konzeptionen zur Bedeutung von Störungen akzentuierten in unterschiedlicher Weise Ideen zur Entwicklung und Dynamik ökologischer Einheiten. Sie greifen dabei in unterschiedlicher Weise auf Evolutionstheorie zurück. Die Verknüpfung von Theorien der Ökologie mit der Evolutionsbiologie ist Thema dieses Kapitels.

3.2.1 Evolution und Ökologie: Systematisierung der grundlegenden Fragen

Wie sehen die möglichen und die tatsächlichen Integrationsfelder zwischen Evolutionsbiologie und Ökologie aus und worin liegen dabei die konzeptionellen Schwierigkeiten? Es besteht kein Zweifel, daß ökologische Aspekte in die evolutionstheoretischen Erwägungen seit Darwin und Wallace maßgeblich eingingen. Freilandbefunde von Populations- und Evolutionsgenetik sowie Korrelationen von Form und Funktion im ökologischen Adaptationskontext sind tragende Bestandteile seit der Modernen Synthese der Evolutionstheorie (vgl. Dobzhansky 1982/¹1937, Allee *et al.* 1949, Bock & von Wahlert 1965). Umgekehrt existieren seitens der Ökologie Bezüge auf populationsgenetische oder ethologische Fragen der Evolutionsbiologie. Vor allem aber speisen unterschiedliche Entwürfe zur Theorie der Evolution auch Ansätze, die letztlich zu individualistischen *oder* organizistischen Ansätzen in der Ökologie führen.

Seit etwa 50 Jahren wird der Zusammenhang zwischen der evolutiven Dynamik von Arten und der Entwicklung ökologischer Interaktionen diskutiert (Allee *et al.* 1949:589ff.). Vor allem in den letzten zwanzig Jahren sind die *Veränderlichkeit* ökologischer Systeme und deren zugrundeliegende evolutive Prozesse thematisiert worden. Zwischen 1940 und 1975 hingegen ging es um evolutionäre Erklärungen und Hintergründe der *Stabilität* von Lebensgemeinschaften und Ökosystemen. Beispielsweise ist die Erklärung des Auftretens von r- und K-Strategien des Reproduktionsverhaltens evolutionsbiologischen Überlegungen zur Adaptation und der Stabilität von Populationen in veränderlichen Umwelten geschuldet (MacArthur & Wilson 1967, Levins 1968). In diesem Sinne wird Evolutionstheorie stets herangezogen, um ökologisch

als relevant angesehene Phänomene in einen umfassenderen Theoriekontext einzubetten.

Innerhalb eines Teils der angloamerikanischen Ökologie entspann sich Mitte der 1950er Jahre der Streit um dichteabhängige konkurrenzbedingte *versus* umweltabhängige klima- und habitatbedingte Regulationsmechanismen von Populationen. Orians (1962) wies darauf hin, daß dem Streit um die Gewichtung des Faktors Konkurrenz ein sehr viel fundamentalerer Dissens zugrundeliegt: es geht um die Frage, ob und wieviel Evolutionstheorie in der Ökologietheorie benötigt wird (vgl. Kingsland 1985). Während Andrewartha & Birch (1954) postulierten, daß bei unumstrittener Anerkennung der Evolutionstheorie dennoch die Ökologie in ihrer eigenen Theoriebildung nicht auf Elemente der Evolutionstheorie angewiesen ist, forderten Lack (1965) und andere, in der Ökologie proximate ebenso wie ultimate Fragen im Sinne der Evolutionsbiologie (Mayr 1965) zu diskutieren.

Die angloamerikanische Diskussion um den Zusammenhang zwischen Diversität und Stabilität enthielt von Beginn an einen sehr unbestimmten evolutionsbiologischen Gedanken zu Kosten und Nutzen der Spezialisierung als Voraussetzung für mögliche Diversifikation (siehe Kap. 3.1.2). Doch dies bedeutete lediglich, daß die diskutierten ökologischen Phänomene *auch* als Resultat der Wirkung der natürlichen Selektion gesehen wurden und mit einer solchen Sichtweise kompatibel sein mußten. Hinsichtlich der Evolution als stammesgeschichtlichen Prozesses wurde zumeist nur allgemein geäußert, daß alle lebenden Organismen in ihren jeweiligen Lebensgemeinschaften und Ökosystemen eine gemeinsame Adaptationsgeschichte haben (Goodman 1975, Orians 1975, May 1975, Connell 1978). Diese Aussage ist ebenso richtig wie theoretisch und zunächst auch praktisch folgenlos, weil man mit ihr oberflächlich alles evolutionstheoretisch »erklären« kann; Harper (1982:15) karikiert dies als »eureka ecology«.

Eine Integration von Evolutionsbiologie und Ökologie eröffnet die Perspektive für eine umfassende Theorie in dem Sinne, daß durch die angemessene Gewichtung der jeweiligen Faktoren Kausalzusammenhänge von Phylogenieprozessen *und* Tendenzen der Ökosystementwicklung erklärbar werden. Könnte in diesem Rahmen Auskunft darüber gegeben werden, in welchem System und warum es – abgesehen von drastischen geologischen oder klimatischen Ereignissen – zu bestimmten phylogenetischen Prozessen kommt? Welche Prognosemöglichkeiten existieren innerhalb einer evolutionären Ökologie (Slobodkin 1968)? Sind Prognosen überhaupt in der »historischen

Disziplin« (Popper 1979) Evolutionsbiologie erlaubt, oder sind allein post factum Rekonstruktionen durchführbar? In dieser Untersuchung wird nicht angestrebt, diese Fragen umfassend zu beantworten. Ziel ist vielmehr, die Probleme der Theorie-Integration zu systematisieren und in den Verbindungen zur Naturschutztheorie und Naturschutzethik darzustellen. Im einzelnen sind folgende zentrale Aspekte der Evolutionstheorie auf ihre Übertragbarkeit oder Verknüpfbarkeit mit der Ökologie hin zu prüfen (siehe Tab. 5).

Der für die Evolutionsbiologie fundamentale Begriff der natürlichen Selektion wird von einigen Vertretern der Synthetischen Theorie dahingehend verstanden, daß Selektion allein am Individuum (Phänotyp) ansetzt (Mayr 1991). Ist diese Festlegung der *Einheit der Selektion* in Evolutionstheorie und Ökologie weiterhin gültig? Damit verbunden ist die zweite Frage, ob es noch andere *Einheiten der Evolution* neben der Population oder Art gibt. Was kann unter »Evolution« von Biozönosen oder von Ökosystemen verstanden werden? Mit dem Vormarsch der Molekulargenetik und der Soziobiologie ist drittens zu fragen, welche Rolle die Prozesse auf der genetischen Ebene für Biozönose- und Ökosystemkonzeptionen spielen. Damit ist insbesondere die *ökologische Relevanz der genetischen Diversität* innerhalb der Biodiversitätskonzeption angesprochen (siehe Kap. 5-6 und 10). Bezüglich des epistemischen Status von Einheiten ist zu klären, wie die Relationen zwischen den Hierarchieebenen und den Interaktionen der Einheiten (Individuum, Population, Biozönose, Ökosystem, etc.) aus der Perspektive der Evolutionsbiologie verstanden werden und wie die Veränderlichkeit ökologischer Systeme, also der historische Prozeß auf Integrationsstufen jenseits der Population, zu interpretieren ist. Liegt der Unterschied zwischen ökologischer und evolutionärer Dynamik nur im unterschiedlichen Maßstab, also im Unterschied von evolutionären und ökologischen Zeiträumen, oder existiert ein kategorialer Unterschied zwischen den Mechanismen evolutionärer Dynamik als Artenwandel und dem ökologischem Wandel? Gibt es in ökologischen Systemen eine Spannung zwischen intra- und interspezifischer Selektion auf der einen und mutualistischen Interaktionen in Biozönosen mit Trends zu höherer Integration und Interdependenz auf der anderen Seite? Inwiefern könnte die Trennung proximaler und ultimer Fragen in der Ökologie relevant für die Integration von Evolutionstheorie und Ökologie sein? Im folgenden werden zunächst einige Positionen innerhalb der Ökologietheorie in ihrem Bezug zur Evolution diskutiert, um danach den Stand und strittige Punkte der Evolu-

tionstheorie selbst aufzuweisen. Im Kap. 3.3 werden dann drei Versuche der Integration von Evolutions- und Ökologietheorie diskutiert.

Tab. 5: Theoretische Aspekte der Integration von Evolutionsbiologie und Ökologie

1. **Einheit der Selektion:** Ist die Einstufung des Individuums als alleiniger Einheit der Selektion, wie sie in der Synthetischen Theorie vertreten wird, nach wie vor zugrundezulegen und auch für die Ökologie unstrittig?
2. **Einheit der Evolution:** Gibt es neben der Art und/oder der Population für die Ökologietheorie andere, im engen Sinne evolvierende Einheiten?
3. **Einheit der Vererbung bzw. der Replikation:** Welche Rolle spielen die genetischen Mechanismen auf der Ebene von Biozönosen und ökologischen Systemen?
4. **Wechselwirkungen zwischen Hierarchieebenen:** Wie werden die Beziehungen zwischen Populations-, Biozönose- und Ökosystemebene evolutionsbiologisch verstanden?
5. **Individualelektion vs. ökosystemare Integration:** Gibt es Widersprüche zwischen intra- und interspezifischen Selektionsprozessen sowie mutualistischen Interaktionen mit Trends zu höherer Integration und Interdependenz innerhalb ökologischer Systeme?
6. **Proximate und ultimate Ursachen:** In der Ökologie anders verstanden als in der Evolutionstheorie?
7. **Prognosen:** Welche Rolle können und sollen Prognosen im Rahmen der Theoriebildung spielen?

3.2.2 Drei Entwürfe zum Status von Fokaleinheiten in der Ökologie und ihr Bezug zur Evolutionstheorie

Ein augenfälliger Unterschied zwischen evolutionsbiologischen – sei es in Morphologie, Systematik oder Populationsgenetik – und ökologischen Fragestellungen liegt gerade im Hinzukommen neuer Fokaleinheiten und damit *unterschiedlicher Objektbezüge*. In der Ökologie geht es nicht nur um Individuen und Populationen einer Art oder eines Taxons, sondern auch um inter-

spezifische Lebensgemeinschaften sowie Stoff- und Energieströme. Diese Vielfalt von Bezugseinheiten hat zahlreiche Ordnungs- und Hierarchisierungsversuche herausgefordert, die stets eine einheitlichere Biologie- und Ökologietheorie zum Ziel haben. Gleichzeitig entstammen aus der Fokussierung auf bestimmte Einheiten sehr unterschiedliche Theorieentwürfe. Darin differieren nicht nur die angenommenen Mechanismen, sondern die Einheiten selbst, die Träger der evolutiven Prozesse sind.

Wiegleb (1996) unterscheidet mit der Population, der Biozönose (community, Lebensgemeinschaft) und dem Ökosystem drei übergeordnete Fokaleinheiten in der Ökologie. Er postuliert, daß diese Unterteilung unterschiedliche Forschungsprogramme der Ökologie mit jeweils unterschiedlichem epistemischen Status der Fokaleinheiten repräsentiert. Im Populationsansatz wird nach Wiegleb intendiert, die Ökologie letztlich auf (Evolution)Biologie zu reduzieren, im Ökosystemansatz sei Ökologie in Physik auflösbar. Damit ist gemeint, die Ökologie entweder vornehmlich als evolutionsbiologisch beschreibbare Prozesse auf der Ebene von Individuen und Populationen zu verstehen, bzw. physikalisch-chemische Masse- und Energieumsätze für die angemessensten Einheiten der Analyse zu halten. Dagegen betont der *community*-Ansatz eine eigenständige »mittlere« Einheit der Ökologie – die Lebensgemeinschaft. In allen drei Ansätzen lassen sich bei konsequenter theoretischer Interpretation die Spezifika jeweils anderer Ebenen als weniger bedeutsame Epiphänomene von Prozessen der jeweils als entscheidend angesehenen Einheit auflösen (siehe unten). Wieglebs Dreiteilung bietet eine gute Heuristik zur Diskussion jeweils unterschiedlicher Probleme der Ökologietheorie und der Verknüpfung von Ökologie und Evolutionstheorie.

Individuen, Populationsgenetik und Evolution

Genetik, Mathematik sowie Aut- und Populationsökologie haben im anglo-amerikanischen Raum durch Ronald Fisher (1958/1930), John Maynard-Smith (1964, 1982) und andere eine eigene theoretische Synthese erfahren. Autökologie und Populationsökologie in dieser Tradition haben ihre Wurzeln in der Übernahme evolutionstheoretischer Fragen nach »ultimate causes« der jeweiligen Selektionsbedingungen (Lack 1965, Harper 1967). Was derzeit in der Literatur als Evolutionsökologie (»evolutionary ecology«) bezeichnet wird, umfaßt vor allem Verhaltens(aut)ökologie sowie Populationsökologie und -genetik (Krebs & Davies 1981, Pianka 1994). In der Evolutionsgenetik

haben Maynard-Smith & Maynard-Smith (1966) darauf hingewiesen, daß kybernetische Regulationsvorstellungen über Mechanismen einer Homöostase bei der Aufrechterhaltung genetischer Diversität in Populationen unplausibel sind. Der Stabilitätsgedanke eines »wohlintegrierten Genoms« läßt sich also nicht auf Populationen, sondern – wenn überhaupt – nur auf Individuen anwenden (siehe unten).

Besonders John Harper hat für eine radikal am Individuum orientierte »Darwinian Ecology« (Harper 1967) argumentiert. In der Pflanzenökologie ermögliche allein das Studium individueller Organismen mit ihrer Variabilität innerhalb von Populationen und Arten eine Kausalforschung proximatere physiologisch-autökologischer Ursachen. Nur dann ergebe sich die Möglichkeit ultimatere evolutionsbiologischer Erklärungen ökologischer Phänomene durch Begriffe wie Anpassung, Selektion und Artenwandel. Diese evolutionsbiologisch entscheidende Frage nach den Effekten individueller Unterschiede sei in der Betrachtung von Vegetationseinheiten aber gerade nicht mehr zugänglich (Harper 1982). Eine solchermaßen verstandene evolutionäre Ökologie akzeptiert als einzige *relevante und reale* Einheiten im epistemischen Sinne Individuum und Population. Arten, Lebensgemeinschaften oder Ökosysteme haben rein klassifikatorischen Ordnungscharakter. Alle ökologischen Phänomene sollen letztlich als evolutionsbiologische Phänomene auf die Ebene des Individuums reduziert werden. Unklar bleibt, wie dabei der Übergang auf höhere Integrationsebenen methodisch und begrifflich vollzogen werden kann.

Community ecology und Evolution

Eugenius Warming (1896) und Charles Elton seien als Begründer der evolutionsbiologisch inspirierten »community ecology« genannt. Elton (1927) legte mit seinem Lehrbuch »Animal Ecology« einen systematischen Entwurf vor, Organismengemeinschaften (»communities«) mit funktionellen Konnexen (»food webs«) in Beziehung zu setzen. Vor allem Hutchinson (1948, 1958) und MacArthur (1955, 1965, 1981) haben Eltons Ansatz ausgebaut und um mathematische Modelle und thermodynamische Analogien erweitert. Ebenso wie in der individuen-/populationsorientierten Richtung gilt für die community ecology, daß es keine andere Einheit der Selektion als das Individuum gibt.

»Communities are not designed directly by natural selection (as individual organisms are). [...] We must keep clearly in mind that natural selection operates by differential reproductive

success of individual organisms. It is tempting but dangerously misleading to view ecosystems as having been ›designed‹ for orderly and efficient function.« (Pianka 1994:337).

Evolutionsprozesse spielen sich in dieser Perspektive auf der Populations-ebene ab, sie werden jedoch im Lichte der Interaktionen der Lebensgemeinschaft dargestellt. Wie ist eine solche Lebensgemeinschaft organisiert und welche Aussagen zum Phänomen der Artbildung (Speziation) können gemacht werden? Wilson (1969) wies anhand von Modellüberlegungen darauf hin, daß in einer Lebensgemeinschaft mit vielen Interaktionen zwischen den Arten (››interactive species equilibrium‹‹) die Geschwindigkeit des Artenwandels sich aufgrund der zunehmenden Funktionsbezüge stark verlangsamt. Optimierung aufgrund evolutiver Prozesse bedeutet also gleichzeitig eine Verlangsamung der Aussterberate. Diese plausible Erläuterung ist allerdings empirisch nicht überprüfbar (Walker & Valentine 1984). Prinzipiell ist zu fragen, ob es eine absolute Obergrenze von Arten in einem Gebiet geben kann, der die Kurve der Artbildungsrate sich mehr oder minder asymptotisch annähert. Die Annahme, daß Lebensgemeinschaften oder Ökosysteme zumindest meist nicht ››gesättigt‹‹ sind, ist durch zahlreiche Fallbeispiele biologischer Invasionen auch ohne Verdrängung ursprünglich anwesender Arten seit langem gut belegt (Elton 1958); insofern macht der Begriff der Sättigung keinen Sinn, wenn die Obergrenze rein fiktiv bleibt.

Die Idee konstanter Aussterberaten impliziert, daß stets aufs neue Möglichkeiten für Speziation entstehen. Wenn zudem angenommen wird, daß es keine Artensättigung in Lebensgemeinschaften gibt, verlagert sich die Sichtweise eines vor allem durch Arten*interaktionen* wie Konkurrenz oder Predation ››geschobenen‹‹ Artenwandels auf eine neue Interpretation: Nunmehr erscheint der Prozeß der Artenneubildung eher durch neue Möglichkeiten die sich durch regelmäßiges Aussterben auf tun, ››gezogen‹‹. Walker & Valentine (1984) glauben sogar einen Prozentsatz von 12-54 % ››freier‹‹ Nischen angeben zu können. Diese aus mathematischen Gleichgewichtsmodellen gewonnene Folgerung weist zufälligen Ereignissen und der intrinsischen Lebensdauer von Arten eine größere Rolle zu als direkte evolutionär und ökologisch sozusagen kurzgeschlossene Adaptationsmodelle. Damit steht sie in deutlichem Gegensatz zu klassischen evolutionsbiologischen Perspektiven der *community ecology*:

››High diversity may imply complexity of interactions among species and a strong role of biotic influences on the microsite mosaic.« (Whittaker 1975:172)

In diesem Zusammenhang erhält die Diskussion um den Diversitätsbegriff und die evolutionären Hintergründe eine neue Richtung. Diversität im Sinne der Artenzahl gilt als einfachster Ausdruck der zunehmenden Komplexität in Lebensgemeinschaften, insofern sich Arten im Laufe der gemeinsamen Evolution in der Lebensgemeinschaft quasi angesammelt haben. Dabei kann es allerdings keine festgelegte Zahl von Nischen geben, da die evolvierenden Arten die Umgebung stets mitverändern und neue Möglichkeiten der Spezialisierung erzeugen: »evolution of species diversity provides resources (and controls) that make possible addition of further species to the community« (Whittaker 1977:24; siehe Kap. 3.3).

Eine weitergehende Analyse müßte die konkreteren Selektionsbedingungen formulieren können, um zu begründen, warum sich ortsspezifisch eine bestimmte Form der Lebensgemeinschaft entwickelte. In Anlehnung an Whittaker (1977) seien Kernpunkte der ökologischen Beziehungen in Lebensgemeinschaften im Hinblick auf den Evolutionsprozess genannt. Alle Punkte befassen sich kritisch mit der Idee, evolutionäre oder ökologische »Gesetze« der Diversifikation zu entwickeln.

- 1 *Sukzession und Klimax*: Dynamische Gleichgewichte und konstante Zustände in der Klimax können nicht als evolutive Sättigung interpretiert werden. In evolutiver Perspektive ist die Klimax weder gesättigt noch stabil. Gleichgewicht bedeutet vielmehr allein den gleichgroßen Betrag von Artenverlust und –neubildung bzw. die Konstanz der Artenzahl durch Zu- und Abwanderung (MacArthur & Wilson 1967).
- 2 *Theorien zur Inselbiogeographie*: Artengleichgewichte auf Inseln sind insofern »quasi-equilibria« (Whittaker 1977:48), als sie Schritte eines fortlaufenden Prozesses sind. Zunächst gibt es wenige und nur schwach interagierende Arten. In ökologischer Zeitdimension ergeben sich Gleichgewichte durch intensivere und damit »stabiler« Interaktionen und Konkurrenzausschluß, im weiteren Verlauf dieser Zeitreihe entstehen evolutive Gleichgewichte mit genetisch angepaßten Arten und diversifizierten Artengruppen aufgrund Spezialisierung auf bzw. Diversifizierung von zu nutzenden und genutzten Ressourcen.
- 3 *Erschließung neuer Lebensweisen* durch neue Taxa in geologischen Zeiträumen: die Theorie der adaptiven Zonen (Simpson 1984/¹1944) geht vom Wechsel der Phasen schneller und zahlreicher Speziationen mit anschließenden Phasen, in der diese Zonen gesättigt sind, aus. Auch in die-

ser Theorie ist es die Veränderung der Ressourcenlage durch einen neuen adaptiven Typus, der in der neuen Lebensgemeinschaft weitere Diversifikation initiiert. Im Fossilbefund geht zwar mit dem Ende der Diversifikation und dem Artenverlust in einem Taxon die Zunahme neuer Arten in anderen Taxon einher. Es ist aber nicht möglich, »historische« Höchstwerte der Artenzahl zu formulieren, weder für die Vergangenheit noch im Rahmen einer Extrapolation in die Zukunft.

- 4 *Sekundärstoffbezogene Lebensgemeinschaften* (»component communities«, Root 1973) als Beispiel neuer »biologischer« Ressourcen: Es gibt beispielsweise eine erstaunliche Zahl von Insekten, die sich an Pflanzen mit bestimmten Sekundärstoffen angepaßt und oft hoch spezialisiert haben. Die Zahl der Insekten pro Pflanzenart kann zwar nicht unbegrenzt steigen, aber die Möglichkeit der Sättigung im Sinne einer vollständigen Packung mit Arten ist nicht beweisbar. Die Bildung neuer Tier- und Pflanzenarten entsteht aufgrund zunehmender Koevolutionsphänomene (vgl. Paulus 1988).
- 5 *Diversität der Biosphäre*: Spezialisierung und Speziation in bestimmten Gruppen und auf einzelnen Kontinenten, beispielsweise nach dem Faunenschnitt Ende der Kreidezeit. Von *pulsierenden Ausbreitungszentren* erfolgt während guter Klimabedingungen geographische Ausbreitung und Speziationen, während schlechter Perioden Rückzug in günstige Gebiete aber auch Aussterbeprozesse, beispielsweise während der Eiszeiten.

Lebensgemeinschaften evolvieren also auch in der Perspektive der community ecology nicht als eigenständige Einheiten. Dennoch organisiert sich in gewisser Weise die Lebensgemeinschaft selbst:

»Given this quality of »self-elaboration« [...] we need not to be surprised at the inconsistency of diversity relationships in different growth forms and geographic areas.« (Whittaker 1977:43)

Selbstorganisation zeigt sich also in geographischer und lokaler Spezifität und Kontingenz ökologischer und evolutiver Prozesse in der Zeit. Evolution bedeutet auch in der Perspektive der Ökologie Wandel einzelner Spezies und Entstehung anderer neuer Taxa.

»We sought unifying principles and quantifiable relationships that could apply to all groups and that might make diversity an enclave of coherent theory and prediction in ecology. [...] The study of species diversity has not, in the process, become a field of exact science, nor is it likely to do so. [...] Diversity relationships are to varying degrees interpretable, but they

are not formally predictable. [...] The study of diversity has become [...], in fact [...] the study of evolution.« (ebd.:53)

Wiegand (1996) sieht die community ecology als denjenigen Ansatz in der Ökologie, der die epistemische Eigenständigkeit der Lebensgemeinschaft gegen die Reduktionsversuche zu behaupten versucht. Die Schwierigkeit dabei ist aber, daß Lebensgemeinschaften ebenso wie Ökosysteme nicht oder nur sehr selten ohne Willkür abzugrenzen sind. Harper (1982) argumentiert, daß die community durch seiner Meinung nach schwammige und willkürliche Klassenbegriffe wie die der Art konstituiert werden muß, die zudem keine Einheiten des ökologischen Geschehens seien – das sei allein das Individuum. Auch Shriver-Frechette & McCoy (1993) haben Kritik geäußert, daß bereits – meist sogar nur – Taxozönosen als Lebensgemeinschaft untersucht werden, die in jedem Fall eine willkürliche Abgrenzung aus dem ökologischen Konnex sind. Auch neuere empirische Studien zur Struktur von Lebensgemeinschaften blieben mit diesem Problem konfrontiert (vgl. Kohn 1997, Ormond & Roberts 1997). Eine Gesamtheit »der« Lebensgemeinschaft ist empirisch nicht faßbar, die Konsequenz ist ein strikter nominalistischer Ansatz, der Lebensgemeinschaften allein fragestellungsbezogen abgrenzt und bestimmt.

Bemerkenswerterweise wurde in Deutschland dieser Vorwurf an die community ecology bereits vor über 40 Jahren von Evolutionsbiologen geäußert: Zur Frage der Evolution und dem Status ökologischer Einheiten war sich Wolfgang Tischler (1951a,b) mit seinem Kieler Lehrer Remane einig, daß die Bestandteile von Biozönosen nur in Abhängigkeitsketten verknüpft seien, daß Biozönosen also eine Komposition einzelner fertiger Teile darstellen. Es gebe innerhalb von Biozönosen also keine spezielle *funktionelle Anordnung* von Einzelteilen im Sinne der Unterordnung durch Spezialaufgaben, weil dies nur in regulationsfähigen Einheiten wie Zellen, Organismen oder auch Tierkolonien der Fall sei. Damit erweist sich Remane, obwohl er *koevolutive* Interaktionen wie Parasitismus, Symbiose und Bestäuber-Blüte-Systeme hervorhebt, als Anhänger des individualistischen Konzepts in der Ökologie:

»In der Biozönose existiert eine Einzelart, oft auch ein Einzelindividuum, überall dort, wo für sie die Existenzbedingungen gegeben sind. – Ubi bene, ibi patria –« (Remane 1954:207)

Arten können also stets Bestandteil unterschiedlicher Lebensgemeinschaften sein und sie sind in Biozönosen als konstant gegeben anzusehen. Wenn sich Arten (phylogenetisch) verändern, bedeutet dies »zunächst eine Gefährdung

der Lebensgemeinschaft [, die eine] Gegenanpassung der anderen Arten« erfordert (Remane 1950:407).

Lebensgemeinschaften erscheinen also in letzter Konsequenz – sprich: in der evolutionsbiologischen Perspektive ultimativer Ursachen – doch als Epiphänomene evolutiver (adaptiver) Prozesse und Wechselwirkungen auf Individuen- und Artniveau. Die interspezifischen Wechselwirkungen zwischen Organismen verschiedener Arten erfahren allerdings systematisch höhere Beachtung als in den auf intraspezifische Konkurrenz fokussierten evolutionsbiologischen, insbesondere -genetischen Ansätzen. Die Antwort auf die Frage des Status von Lebensgemeinschaften in der evolutionsbiologischen Perspektive erscheint unklar sowie theoretisch und im Hinblick auf die Naturschutzpraxis unbefriedigend (siehe Kap. 3.3 und 9-11).

Ökosystemökologie und Evolution

Die Ökosystemökologie (Odum 1980) beruht auf einer physikalistisch-thermodynamischen Beschreibung und Kausalanalyse ökologischer Konnekte. Die klassische programmatische Arbeit erschien unter dem Titel »The trophic-dynamic aspect of ecology« (Lindeman 1942). Ernst Haeckels Idee der Ökologie als Haushaltslehre (Haeckel 1866) wird damit ab Mitte des 20. Jh. in ein konsistentes Forschungsprogramm umgesetzt. Neu und wichtig dabei ist, daß alle biologischen Wechselwirkungen auf energetische Begriffe reduziert werden (Hutchinson im Nachwort zu Lindeman 1942, 1948; Margalef 1975). Entscheidende Vorbedingung war das Aufkommen der Allgemeinen Systemtheorie, die die Übernahme kybernetische Modelle in die Ökologie ermöglichte (vgl. Schwarz 1996).

Eine Verknüpfung mit der Evolutionsbiologie ist dabei von Anfang an nicht unproblematisch gewesen. Der Energieansatz in der Beschreibung von Stoffproduktion und -umsatz in ökologischen Systemen erscheint zunächst indifferent gegenüber evolutionstheoretischen Erwägungen. Doch die entscheidende Neuerung liegt darin, die ultimate Ursache des Entstehens *aller* lebenden Systeme als thermodynamische oder informationstheoretische Optimierung zu betrachten. Mutation, Selektion und differentieller Fortpflanzungserfolg der individuellen Organismen liegen demnach lediglich im Bereich der proximativen Ursachen. Diese Zuordnung kehrt das von Mayr (1965, 1993) formulierte Verhältnis ins Gegenteil um, weil dort physiologische, physikochemische und thermodynamische Prozesse als proximate Ursachen bezeichnet sind. In der Ökosystemökologie ist die Besonderheit biologischer

Organisation – bei Mayr gebunden an das genetische Programm – irrelevant als bloßer Spezialfall thermodynamischer Prinzipien (Lotka 1922, 1956).

»By systems selection, Lotka, Tansley, and the theories in this volume refer to self-organisation choices that contribute to the systems resources for meeting contingencies. Darwinian selfish selection is regarded as a secondary priority for survival.« (H.T. Odum 1983:453)

Der zweite Konfliktpunkt liegt in der Ablehnung oder zumindest theoretischen Indifferenz gegenüber der Bedeutung des »naturhistorischen Aspekts«, der zu den zentralen Ideen der Modernen Synthese gehört (Mayr 1984). Die Besonderheit lokal und zeitlich spezifischer ökologischer Systeme, die auf die kontingente Spezifität der beteiligten Arten zurückgeht, hat hier keine Bedeutung. Inzwischen wird in der Systemökologie allerdings die Geschichtlichkeit der Prozesse auch auf Ökosystemebene anerkannt (Müller & Nielsen 1996). Die Theoriesprache des Ansatzes läßt es aber nicht zu, solche Aspekte tatsächlich formal zu integrieren (Breckling 1992).

Probleme bei der Festlegung evolvierender Einheiten bestehen in der Perspektive der Ökosystemökologie nicht. Im Gegensatz zur community ecology und zur evolutionary ecology sieht sie auch Ökosysteme als Einheiten der Selektion an (Odum 1969, Margalef 1975). Einheiten der Selektion können aber nicht rein willkürliche methodische Konstrukte sein, so daß Ökosysteme nicht allein einen epistemisch-methodologischen Status sondern auch »realen« Charakter erhalten (vgl. Trepl 1988). Wie in jeder biologischen Theorie muß eine fundamentale Einheit wie diejenige der Selektion damit empirische Existenz erhalten. Nach Holling (1978) kann das Ökosystem als oberste trennscharfe Hierarchieebene gelten. Andere Autoren sehen das jedoch völlig anders: auf der einen Seite wird die gesamte Biosphäre als oberste Integrationseinheit gesehen (siehe Kap. 3.3.2), andererseits werden – wie bereits ausgeführt – Ökosysteme als eigene Einheiten in Frage gestellt (Harper 1982, Trepl 1988). Nicht befriedigend beantwortet ist dabei die Frage der Abgrenzung »realer« Ökosysteme, die zunächst physiognomisch bei Seen (Junge 1885, Forbes 1887) nahezu liegen schien und später allein bei Gewässern mit dem hydrologischen Einzugsgebiet eine plausible Lösung fand (Borman & Likens 1967). Für die Theorie ist die exakte raumzeitliche Abgrenzungsmöglichkeit nicht so entscheidend wie diejenige nach Kriterien, die Ökosysteme funktionell nach dem Grad ihrer internen Wechselwirkungen bestimmen.

Fazit des Kap 3.2.2: Übersicht der Verknüpfungen unterschiedlicher Ansätze der Ökologie mit der Evolutionstheorie

Tab. 6: Verknüpfungen von Evolutionsbiologie und Ökologie in verschiedenen Theorieansätzen der Ökologie.

epistemischer Fokus auf -> ----- evolutionsbiologisch relevanter Aspekt	Individuum / Population	Biozönose / community	Ökosystem
Einheit der Selektion	Individuum	Individuum; evtl. Symbiosen?	Individuum <i>und</i> Funktionskonnexe
Einheit der Evolution	Population	Population oder Art	Art; Ökosystem als thermodynamischer Funktionskonnex
Bedeutung der genetischen Ebene	zentral: Evolution <i>als</i> Veränderung von Allelfrequenzen in Populationen	bedeutsam, steht aber nicht im Vordergrund der Fragestellung	unproblematisch, weil irrelevant
Problem der Emergenz beim Übergang auf eine höhere Integrationsebene	besteht insofern nicht, als alle Effekte letztlich wenig bedeutende Epiphänomene sind	besteht; Lösungsversuche über Hierarchietheorie	besteht nicht: Ökosystem ist per definitionem die übergeordnete Ganzheit
proximate / ultimate Ursachen	klassische Lösung der Synthetischen Theorie: Betonung <i>intraspezifischer</i> Phänomene	klassische Lösung, aber Betonung <i>interspezifischer</i> Phänomene	thermodynamische Optimierung als <i>ultimate cause</i> ; Reproduktionserfolg etc. als »proximate« Phänomene
Existenz von Ökosystemen	empirische Existenz abgestritten, auch methodologisch angezweifelt; ansonsten irrelevant	empirische Existenz abgestritten; methodologische Bedeutung uneinheitlich	empirische Existenz vorausgesetzt; methodologische Rolle zentral

Die Tab. 6 faßt Verknüpfungen der drei Ökologiekonzepte mit der Evolutionstheorie zusammen:

- Der Individuum-/Populationsansatz in der Ökologie ist eine auf ökologische Phänomene bezogene Evolutionsbiologie und damit unproblematisch im begrifflichen Rahmen dieser Theorie. Schwierigkeiten bestehen bei Phänomenen höherer Integrationsebenen.
- Die Ökosystemökologie hat kaum Berührungspunkte mit der klassischen Evolutionstheorie, da sie ein eigenes Theoriegebäude zugrundelegt, in dem Stammesgeschichte und die zugrundeliegenden Phänomene bloße Spezialfälle der thermodynamisch orientierten Theorie sind. Sie kehrt dabei die Zuweisung proximaler und ultimativer Ursachen um.
- Die community ecology weist die meisten Ambiguitäten bezüglich der Integration evolutionsbiologischer Fragen auf. Allerdings ist dies durch den Versuch bestimmt, die Evolutionstheorie aufzunehmen und gleichzeitig einen eigenen Begriffs- und Theorieapparat für ökologische Phänomene – Prozesse in der Biozönose – zu entwickeln. Genau darin liegt der – wenn man so will pluralistische – Vorteil des Ansatzes. Das Ziel besteht darin, eine evolutionstheoretisch inspirierte Konzeption zu den Ursachen der Veränderlichkeit ökologischer Systeme und deren Heterogenität zu entwickeln, die mehr ist als Sukzessionstheorie plus Konstatierung kontingenter bedingter Artenveränderungen in der Zeit.

3.2.3 Der Status von Einheiten in der Evolutionstheorie

Seit langem wird in der Biologie danach gefragt, wie die unterschiedlichen Organisations- oder Integrationsebenen lebender Systeme als Resultat der Evolution miteinander zusammenhängen (vgl. Novikoff 1945). Doch nicht diese umfassende Reflexion auf die Ordnung in der Natur aller Ebenen der Integration vom Molekül bis zum globalen ökologischen System (Noosphäre; Vernadsky 1944) soll im folgenden erörtert werden, sondern der epistemische Status (siehe Kap. 1.4) *einzelner* Einheiten innerhalb der Theorien von Evolution und Ökologie im Hinblick auf eine Verknüpfung. Die Festlegung der grundlegenden Einheiten der Evolution und ihres jeweiligen Status innerhalb der Theorie gehört zu den zentralen Inhalten und stets neu umstrittenen Themen der Evolutionslehre. Analoges gilt für die Ökologie.

Im klassischen Verständnis der Evolutionstheorie setzt Selektion, die natürliche ebenso wie die künstliche, am individuellen Organismus an; dieser ist

als Einheit der Selektion bereits bei Darwin (1888/¹1859) verfaßt. Erbliche Modifikationen ermöglichen einen differentiellen Fortpflanzungserfolg derjenigen Individuen, die *relativ* zu den jeweiligen Selektionsbedingungen am günstigsten angepaßt sind. Von den Autoren der Modernen Synthese wurde Mitte des 20. Jahrhunderts das Konzept dahingehend konkretisiert, daß nicht das Genom (der Genotyp) direkt, sondern das gesamte Individuum (als Phänotyp) den Selektionsprozessen unterworfen ist (Mayr 1967). Pointiert formuliert:

»On this view, genes mutate, organisms are selected, and species evolve.« (Hull 1988:401)

Diese Sichtweise ist verschiedentlich kritisiert worden. Debatten um die Einheit(en) der Selektion und der Evolution sind in der Evolutionsbiologie zum einen im Hinblick auf die Rolle der Gene und die Möglichkeit altruistischen Verhaltens (Dawkins 1990), die Gruppenselektion (Williams 1966, 1992) und die Erhaltung der Art (Vrba 1989) geführt worden (vgl. D.S. Wilson 1997a,b). Sowohl im Rahmen der »klassischen« Synthetischen Theorie als auch in den Alternativentwürfen bestehen Unklarheiten und Widersprüche. Ich werde am Ende dieses Abschnitts eine – je nach Beurteilung klassische, orthodoxe und/oder naive – Position vertreten, die anstrebt, den biologischen Evolutionsbegriff nicht weiter zu inflationieren.

Einheit der Vererbung

Die in den Keimzellen enthaltene und an die Nachkommen weitergegebene Information wird seit August Weismanns Keimbahntheorie (Weismann 1885) als Einheit der Vererbung betrachtet. Dies bedeutet allerdings nicht, daß nach Entdeckung der DNA der Genbegriff unumstritten wäre oder daß die Bedeutung der zellulären Umgebung und ihre Wechselwirkungen mit den Genen einheitlich eingeschätzt würden. Dennoch ist die Bestimmung des Genoms als materieller Träger der Vererbung innerhalb der Evolutionstheorie und in der Ökologie weitgehend unstrittig. Als *Replikatoren* (Einheiten der Vererbung) gelten einzelne Allele, Gene, Gengruppen oder das Genom (Dawkins 1978, Hull 1988).

Einheit der Selektion

Die oben genannte klassische Auffassung von Organismen als Einheiten der Selektion widerspricht der mathematisch orientierten Populationsgenetik Haldane (1924), Fisher (1958/¹1930) und Wright (1931) insofern, als ein-

zelle Allele die Einheiten der Selektion darstellen und dem Phänotyp keine oder wenig Beachtung geschenkt wird. Da die genannten Autoren zumindest als Mitbegründer der Modernen Synthese (später mit Erweiterungen: Synthetische Theorie) gelten – sie selbst bezeichneten sich lieber als Neodarwinisten – ist die Einheitlichkeit der Definition des Individuums als Einheit der Selektion auch innerhalb der Evolutionstheorie umstritten. Unumstritten im theoretischen Rahmen der Evolutionsbiologie war lange, daß kein direkter Selektionsdruck zur Erhaltung der lokalen Population oder der Art *als Einheit* existiert. Selbstverständlich ist bei vielen Arten eine Sozialstruktur gruppenlebender Organismen notwendig zur Reproduktion der Individuen. Ebenso ist die Erhaltung einer bestimmten Populationsstruktur, biotischer und abiotischer Faktoren notwendig. Diese Aspekte gehören zu den Selektionsfaktoren, nicht aber selbst zu Objekten einer Selektion: »Higher-level units such as social groups, species, and ecosystems often were simply assumed to function adaptively« (Wilson 1997a:S1).

Im Paradigma der Synthetischen Theorie einschließlich Soziobiologie ist es *theoretisch* unmöglich, daß sich Individuen zum »Wohle der Gruppe/Population« oder zum »Wohle der Art« opfern, ohne gleichzeitig durch Vermehrung von Verwandten reproduktiv zu profitieren. Die Heftigkeit, mit der beispielsweise Williams (1966), Dawkins (1990) aber auch Mayr (1991) Selektion zum Wohle höherer Einheiten wie Gruppen auch nichtverwandter Organismen oder Lebensgemeinschaften zurückweisen, liegt nicht zuletzt in der ideologisch zu verstehenden Bedeutung des Individuums. Die Bedeutung der Reproduktion in Systemen zweier Geschlechterrollen (vgl. Scheich 1995) und die Rolle des Strebens nach individuellem Erfolg als Grundlage der Wohlfahrt der Gemeinschaft (Young 1985, Fox-Keller 1988) lassen sich mit existierenden gesellschaftspolitischen und ökonomischen Mustern und Metaphern erklären. Dieser Individualismus hat sich in der (Evolutions)Biologie gegen gemeinschafts- oder kollektivorientierte Ansätze (Allee *et al.* 1949; vgl. Mitman 1988, 1992) praktisch vollständig durchgesetzt. Als Popularisator des individualistischen und genfixierten »Ultradarwinismus« hat sich jüngst der Philosoph Dennett (1997) hervorgetan und eine neue Runde der Debatte um die Grenzen evolutionistischer Weltentwürfe angestoßen (siehe auch Kap. 7 und 12).

Die Debatte um Einheiten der Selektion leidet allerdings nicht nur unter theoretisch-ideologischen Idiosynkrasien, sondern auch unter verwirrender und zum Teil schlichtweg unpräziser Begriffsverwendung. So trennt Lewon-

tin (1970) die Einheit der Selektion nicht klar von derjenigen der Evolution. Auch David S. Wilson formuliert unpräzise: »natural selection as a process that operates on a nested hierarchy of units« (Wilson 1997a:S2). Daß Selektion auf verschiedenen Ebenen biologischer Einheiten wirkt, dürfte niemand ernsthaft bestreiten, der nicht die Konzepte von Anpassung und Selektion insgesamt verwirft (vgl. dazu Edlinger *et al.* 1991). Der meines Erachtens zentrale, in der Literatur zu wenig diskutierte Fehler besteht aber in der unbestimmten oder unreflektierten Formulierung »auf der Ebene von« (»at the level of«). Es steht nicht zur Frage, daß Selektion auf Zellniveau ebenso wie in Lebensgemeinschaften *wirkt*. Im Laufe der Evolution bildeten sich neue Zell- und Gewebeanlagen oder neue Typen von Lebensgemeinschaften. Jedoch scheint zumindest seit Aufkommen der Bakterien jeweils doch der Organismus als ganzer die funktional übergeordnet integrierte Einheit der Selektion im evolutionsbiologischen Sinne zu sein – und als Einheit der (stammesgeschichtlichen) Evolution gilt dann die Population oder Art.

Einheit der Evolution

Die Einheit der Evolution wird von der Synthetischen Theorie nicht einheitlich formuliert. Einerseits gilt die Art im Sinne einer hypothetischen Fortpflanzungsgemeinschaft (Biospezies) als evolvierende Einheit, andererseits soll es die Population als aktuell panmiktische Einheit sein. Der Speziationsprozeß »schafft neue Einheiten der Evolution« (Mayr 1967:348), wobei die Population die »Rolle als lokale Vertretung einer Art« (ebd.:116) spielt.

»Arten als die zeitweilige Verkörperung harmonischer, wohlintegrierter Genkomplexe sind die realen Einheiten der Evolution. [...] Ohne Speziation gäbe es keine Veränderung der organischen Welt, keine adaptive Radiation und sehr wenig evolutiven Fortschritt. Die Art ist also der Schlüssel der Evolution.« (ebd.:116)

Diese Interpretation der Art als Repräsentation eines harmonischen Genoms hält Mayr weiterhin aufrecht (Mayr 1991). Es bestehen deutliche Parallelen zur Metaphorik der Ökologietheoretiker, die im Ökosystem oder in Lebensgemeinschaften solche integrierten und »stabilen« Einheiten sehen (Kap. 3.1). Die Vorstellung von *Funktionalität* ist offensichtlich eng mit Ideen der *Harmonie* von biologischen Einheiten verbunden (siehe Kap. 4; 7). Mayr entscheidet sich allerdings nicht, ob nun Art oder Population oder beide Einheiten der Evolution sind:

»Die fortwährende Wechselwirkung der Gene in einem Genpool führt zu einer Integrationsstufe, die die Population befähigt, als eine fundamentale Einheit der Evolution zu wirken.« (Mayr 1967:116)

In dieser Fassung bedeutet Evolution letztlich allein Wandel in der genetischen Zusammensetzung von Populationen (Dobzhansky 1970); aus der mathematisch-populationsgenetischen Perspektive sind allein Populationen Einheiten der Evolution, nicht Arten.

Die Theorie der Soziobiologie reduziert auch diese Bedeutung der Population, denn die Fokussierung einzelner Allele als Selektionseinheiten legt nahe, daß nicht individuelle Organismen oder Populationen, sondern allein *genetische Einheiten* die Einheiten der Evolution darstellen (Wilson 1975, Dawkins 1990). Nicht Organismen haben eigentlich den Reproduktionserfolg, sondern deren Genom in seiner jeweils neuen Kombination und Ausstattung seiner Replikatoren. Insofern ist die Soziobiologie konsequent in der Zusammenfassung des Genoms als Einheit der Vererbung, der Selektion *und* der Evolution. An dieser Stelle können nicht die konzeptionellen Schwächen der Soziobiologie – vor allem die Problematik eines widersprüchlichen und höchst unterkomplexen Genbegriffs (vgl. Stent 1983, Saunders 1988) – oder die gesellschaftlichen Implikationen diskutiert werden (vgl. Lewontin *et al.* 1988). Wichtig ist hier, daß die mathematische Populationsgenetik und die Soziobiologie den Status des Artbegriffs radikal anders formulieren als die Schule um Ernst Mayr. Arten spielen in jener Sichtweise keine entscheidende Rolle mehr; sie sind pragmatisch verfaßte übergeordnete Klassenbegriffe und keine empirisch existenten Einheiten im Evolutionsprozess. Eldredge (1994) bezeichnet die zwei Lager als »Ultradarwinisten« und »Naturalisten«.

Für viele »Naturalisten« besteht kein Anlaß, den Biospeziesbegriff aufzugeben, der durch seine genealogisch ausgerichtete Grunddefinition für phylogenetische Fragen der Evolutionsbiologie heuristisch unverzichtbar und auch praktikabel ist (Häuser 1987). Mit dem Artbegriff scheint somit in der Evolutionstheorie dasselbe Phänomen verbunden wie in der Ökologie mit dem Ökosystemkonzept: Die Wörter finden häufige und uneinheitliche Verwendung, sie sind in ihrem epistemischen Status, hinsichtlich ihrer raumzeitlichen Abgrenzbarkeit in der Praxis sowie in ihrer Rolle als zentrale Einheit der Theorie zum Teil heftig umstritten. Trotzdem – oder gerade deswegen – sind sie zuweilen in unterschiedlich definierter Weise für bestimmte Fragestellungen und innerhalb bestimmter Denkkollektive (Schulen) mehr oder minder unreflektiert und unproblematisch einsetzbar.

Neue Begriffe und Theorien für die Einheiten des Evolutionsprozesses

Der epistemische – zuweilen sogar der ontologische – Status von Arten bleibt in der Evolutionstheorie umstritten (vgl. Ereshevsky 1992 und die Zeitschrift »Biology and Philosophy«, aus konstruktivistischer Sicht Weingarten & Gutmann 1993, Gutmann 1996). Die Bedeutung »theoretischer« und »ontologischer« Fragen nach den Einheiten der Evolution ist enorm; es geht dabei nicht nur um Arten, sondern um den Status *aller* evolutionär und ökologisch relevanter Einheiten, wobei der Streit meist um die *empirische Existenz* von Einheiten geht (siehe Kap. 1.4). Salthe (1985:236) nennt Populationen im Gegensatz zu klassifikatorisch abgegrenzten Einheiten »types«: raumzeitlich kontinuierliche Einheiten, die sich reproduzieren (Typus wäre eine falsche Übersetzung). Einer anderen, weiter verbreiteten Terminologie zufolge sind allein »Individuen« empirisch existente Einheiten mit solchen Eigenschaften:

»Individuals are spatiotemporally localized entities that have reasonably sharp beginnings and endings in time. [...] The elements that comprise an individual do so because of how they are organized and not because of shared similarity.« (Hull 1980:313)

Wenn beispielsweise Arten nur Klassen oder Mengen (im mathematischen Sinne) ähnlicher Objekte und allein methodologisch erzeugte Einheiten wären, können sie laut Ghiselin (1987), Mayr (1987) und Hull (1980) keinesfalls Kandidaten für empirisch existente *Einheiten* des Evolutionsprozesses sein. Sollten aber nur Individuen evolvieren können, dann müssen Arten Individuen sein. Als Kategorie ist »Art« zwar ein Klassenbegriff, einzelne Arten aber sind Individuen (siehe Tab. 7).

In der traditionellen taxonomisch-systematischen Hierarchie gelten allein einzelne Organismen und zuweilen Arten als Individuen. Nicht nur die taxonomischen Kategorien, sondern alle konkreten Taxa werden als Klassenbegriffe verstanden. In Halls Entwurf existieren dagegen alle Einheiten, die in Form monophyletischer Gruppen eine inklusive, enkaptische Hierarchie bilden, als Individuen. Damit erfüllen sie eine notwendige Bedingung für Einheiten der Evolution. Zugleich sind diese Individuen im Rahmen der inklusiven Hierarchie im Rahmen einer Teil-Ganzes-Relation miteinander verbunden, wie Tab. 7 veranschaulicht: Organismus X ist Teil des Individuums »Gorilla gorilla«, die Mitglieder dieser Art als Individuum sind Teil des Individuums »Gorilla« als biologische Gattung, etc.. Doch vice versa evolvieren nicht notwendig alle Individuen, beispielsweise individuelle Organismen.

Tab. 7: Eigenschaften der Elemente in traditionellen und modifizierten taxonomischen Hierarchien (nach Hull 1988:399), **a) Traditionelle Hierarchie:** Organismen gehören als Individuen zu taxonomischen Einheiten. Diese stellen Klassen von Objekten dar und sind selbst Mitglieder der Klasse ihrer jeweiligen taxonomischen Kategorie

taxonomische Kategorie	Art	Gattung	Familie	Ordnung
Klassen-begriff	G. gorilla	Gorilla	Pongidae	Primates
Individuum	Organismus X	-	-	-

b) Modifizierte Hierarchie: Individuelle Organismen und monophyletische Taxa sind »Individuen« sensu Hull. Außerdem gehört jedes Individuum in Form einer Teil/Ganzes-Beziehung (ϵ) als Bestandteil zur in der Hierarchie über ihm stehenden Einheit.

Kategorie	Organismus	Art	Gattung	Familie	Ordnung
Individuum	Organism. X ϵ G. gorilla ϵ Gorilla ϵ Pongidae ϵ Primates				

Zur Definition evolvierender Einheiten hat Lewontin (1970) drei Kriterien genannt: Variation, Reproduktion und Erbllichkeit sind *gemeinsam* Kennzeichen von Evolutionsvorgängen im biologischen Sinne. Außer in der soziobiologischen Theorie erfüllt allerdings nicht eine Einheit allein alle drei Kriterien, sondern mehrere Einheiten wirken in einem mehrstufigen Prozess zusammen. Dazu hat Hull (1988:408f.) eine weithin akzeptierte Terminologie vorgeschlagen, die Replikatoren, Interaktoren und Abstammungslinien unterscheidet. In einer Replikation geben die daher so benannten *Replikatoren* ihre Struktur direkt und weitgehend unverändert auf die neu entstehenden Einheiten weiter; *Interaktoren* sind diejenigen Einheiten, die direkt als ganze mit ihrer Umwelt in einer Weise interagieren, daß sie als Ursache für unterschiedliche Replikationsresultate wirken. *Selektion* ist dann der Prozess, in dem unterschiedliche Sterbe- und Reproduktionsraten der Interaktoren eine unterschiedliche Verbreitung der Replikatoren verursachen. Eine *Abstammungslinie* (»lineage«, »Stammbaum«) ist die zeitlich unbegrenzte Einheit, die in mehr oder weniger veränderter Weise das Resultat aufeinanderfolgender Replikationen ist. Hull

faßt diese Begriffe bewußt so weit, daß mit ihnen auch gesellschaftliche »Evolutions«prozesse beschreibbar werden, so etwa der Wandel von Konzepten in der Wissenschaft (Hull 1988). Spezifisch biologische Evolutionsprozesse ergeben sich allein durch die Objekte, die als Replikatoren, Interaktoren und Abstammungslinien fungieren, nicht durch den Prozeß selbst. Für die Biologie hat Hull mit der Festlegung allgemeiner Termini und durch seine Zuschreibung als Individuen (sensu Hull) eine Möglichkeit gesucht, im Prinzip alle Einheiten der genealogischen Hierarchie nicht nur als Stammlinien, sondern als *Interaktoren* in der Evolution zu benennen.

In dieser Untersuchung geht es nicht um praktische Abgrenzungsprobleme von Einheiten in Systematik, Phylogenieforschung und Ökologie (vgl. Schmitt 1989, 1995). Das zentrale theoretische Problem besteht darin, was im Falle höherer taxonomischer Einheiten Replikator und was der Interaktor sein soll. Sind Replikatoren allein die taxonspezifischen Gene? Erfüllt ein Taxon mit verstreut lebenden Individuen tatsächlich das von Hull genannte theoretische Kriterium eines *organisierten* Individuums? Selbst wenn monophyletische Gruppen als empirisch existente Entitäten angesehen werden, müssen sie nicht deshalb auch Individuen sensu Hull darstellen (Caplan & Bock 1988). Wenn Arten oder lokale Populationen (»Deme« als reale Fortpflanzungsgemeinschaften; siehe Kap. 3.3.3) Einheiten der Selektion, also Interaktoren sein sollen (Vrba 1989), dann müssen die der Selektion unterworfenen emergenten Eigenschaften der Art auch erblich sein, müssen also mit Replikatoren korrespondieren. Ob solche Phänomene empirisch aufweisbar sind oder aufgrund der bisher bekannten Eigenschaften des Genoms und der epigenetischen Prozesse überhaupt existieren können, ist derzeit zumindest strittig (Gould 1977, Eldredge 1994).

Als zusätzliches Problem der Diskussion um Einheiten der Evolution sei erwähnt, daß auch in Hulls Entwurf aller monophyletischen Gruppen als Individuen das Problem transspezifischer Evolutionsprozesse begrifflich nicht gelöst ist. Dort sollen auch höherrangige Taxa Einheiten der Evolution sein (vgl. Vrba 1989). Höhere Taxa erfüllen aber nicht Hulls Kriterien hinsichtlich der Festlegung von Replikatoren und Interaktoren. In der klassischen Perspektive dagegen erscheint transspezifische Evolution als bloßes Epiphänomen populationsgenetischer Prozesse und Artaufspaltungen auf einem höheren Hierarchieniveau. Auch wenn beispielsweise die Rede von »Evolution« der Insekten ist, ist dabei an die Evolution einzelner Arten *als Einheiten* gedacht, nicht eines höheren Taxons als Ganzem. Die unpräzise Redeweise

spiegelt konzeptionelle Schwierigkeiten im Übergang von makro- und mikroevolutiven Prozessen wider. Zwar besteht in der Evolutionsbiologie seit Mayr (1967, 1991) und Dobzhansky (1970) weitgehende Einigkeit darüber, daß keine eigenen makroevolutiven Formbildungskräfte existieren; dennoch ist in der Theorie der Evolution der Erklärungsschritt von populationsgenetischen Prozessen auf die Entstehung neuer Großtaxa begrifflich und inhaltlich immer noch nicht befriedigend gelöst; dies ist der Tatsache geschuldet, daß allein die Konzepte Verwendung finden, die aus Forschungen zur Mikroevolution (Speziation) stammen (Maier 1994c). In Kap. 3.3 wird erläutert, daß zur Analyse supraspezifischer Taxa und Adaptationszonen (Simpson 1984/¹1944, Van Valen 1992) ökologietheoretische Perspektiven einerseits unerläßlich sind, andererseits aber zusätzliche Schwierigkeiten mit sich bringen.

Die bisher diskutierten Aspekte bewegen sich innerhalb genealogischer (systematisch-taxonomischer) Hierarchien. Der Verzicht auf das Kriterium der Genealogie – also der Abstammungslinie vermittelt durch Replikatoren – bildet eine weitere große Herausforderung an die bestehenden Versionen der Evolutionstheorie. Im Rahmen der Evolutionstheorie praktisch undiskutiert ist der Aspekt möglicher Einheiten von Selektion und Evolution von interspezifische Artenkomplexe umfassenden Lebensgemeinschaften oder Ökosystemen. Gegenstand des nächsten Unterkapitels wird sein, inwiefern Einheiten der genealogisch ausgerichteten Evolutionstheorie mit denjenigen der nicht von vornherein genealogisch orientierten Ökologietheorien kompatibel sind.

Fazit des Kap. 3.2.3

- Die Festlegung von Einheiten in der Evolutionstheorie ist nicht eindeutig gelöst. Insbesondere die Bestimmung von Einheiten der Selektion und der Evolution ist strittig. Unter Berücksichtigung neuerer Ansätze zur Selektion auf unterschiedlichen Ebenen der biologischen Hierarchie scheint es drei theoretisch in sich geschlossene Konzepte zu geben:
 - a) Die soziobiologische (»ultradarwinistische«) Perspektive verlegt die Einheit der Replikation (Vererbung), der Selektion und der Evolution auf die genetische Ebene, wobei eine erhebliche begriffliche Unklarheit darüber besteht, *welche* genetischen Einheiten genau gemeint sind (Allele, Genkomplexe, das Genom etc.).
 - b) Die klassische (»naturalist's«) Sichtweise sieht das Genom (Genotyp) als Replikator, *Organismen* (Phänotypen) als Einheit der Selektion sowie Populationen als Einheiten der Evolution. Diese setzt zwar die empirische

Existenz von Arten und Monophyla voraus, nicht aber unbedingt als Individuen sensu Hull. Mir scheint eine solche Festlegung trotz aller praktischen und theoretischen Einwände die geeignetste, weil die Einheiten, die *als Einheiten* den jeweiligen Prozessen unterworfen sind, klar bestimmt sind.

- c) Es ist nicht nötig, sich die Begründungslast aufzuladen, Arten oder andere monophyletische Gruppen als Individuen in einem ontologischen Sinne zu bezeichnen, wie es eine dritte Position vorschlägt. Ziel sei dabei, eine über die biologische Evolution hinausgehende allgemeine Terminologie für »Evolutionen«prozesse zu schaffen, wobei naturgemäß die Spezifität des Bezugs auf biologische Einheiten leiden müsse. Genau dort liegt das Problem: Der Unterschied zwischen biologischer und gesellschaftlicher (kultureller, begrifflicher) Evolution betrifft gerade das Entscheidende, nämlich unterschiedliche *Einheiten* und *Prozeßweisen* des Wandels.
- Ich plädiere an dieser Stelle für eine enge biologische Auffassung sowohl des Selektions- als auch des Evolutionsbegriffs in der Wissenschaft, die beide nicht modifikationslos auf Phänomene gesellschaftlicher »Selektion« oder »Evolution« anwendbar sind. Dabei ist Genealogie als konstitutives Element von biologischer Evolution vorausgesetzt, nicht aber strittige Annahmen über den Status von Arten oder Taxa.

3.3 Drei Aspekte der Integration: Historizität in ökologischen und evolutionären Skalen, Verknüpfung von Individuum und Ökosystem, Hierarchietheorien

3.3.1 Ökologische versus evolutionäre Zeitskalen, Historizität und Prognosen

In den meisten ökologischen Theorien wird die Veränderung ökologischer Systeme als auf bestimmten Bahnen verlaufend interpretiert: Richtungen, Trajektorien, Attraktoren solcher Prozesse können mehr oder weniger gut beschrieben werden. Im Gegensatz dazu geht die darwinistische Theorie vom Prinzip eines offenen Evolutionsprozesses ohne Vorzugsrichtung oder festgelegte Bahnen aus. In ökologischen Konnexen können sich Funktionseinheiten im Lauf der Sukzession verändern, ohne daß sich notwendig die Arten selbst

verändern müssen. Redundanz oder Austauschbarkeit von Arten innerhalb von Funktionsgefügen und Sukzessionsstadien können in dieser Deutung aber keine »Evolution der Funktion« darstellen. Insofern schließen systemtheoretische und darwinistisch-individualistische Deutung ökologischer Funktionskonexe einander tatsächlich aus, da sie proximate und ultimate Ursachen einander widersprechend zuweisen (siehe Kap. 3.2.2.)

Ein Dualismus zwischen ökologischer und evolutionsbiologischer Betrachtung unterschiedlicher Zeitfenster erscheint dabei als möglicher Ausweg: Die Verhältnisbestimmung von ökologischen und evolutionären »historischen« Aspekten der kontingenten Entstehung von Arten und ihren Interaktionsgefügen wird meist wie folgt vorgenommen: ökologische und evolutionäre Prozesse verlaufen auf unterschiedlichen Zeitskalen. Es soll demnach *ökologische* Zeit- und Beobachtungsspannen geben, die sich auf Arteninteraktionen in bestehenden oder – aufgrund von Verbreitung – in neuen Lebensgemeinschaften beziehen. Diese wiederum sind Teil einer übergeordneten *evolutionären* Spanne mit Speziationsprozessen und selektionsbedingter langfristiger Veränderung der Habitate auch als Resultat des Artenwandels. Liegt in dieser skalenbezogenen Differenzierung die Lösung der Integration von Ökologie und Evolutionsbiologie? Das widerspräche dem Ansatz, proximate *und* ultimate Perspektiven für die Ökologie zu entwickeln. Der Vorschlag unterschiedlicher Zeitdimensionen kann zudem zur Lösung der für die Theorieintegration entscheidenden Frage nach dem Status von Fokaleinheiten (Kap. 3.2.) nichts beitragen.

Erneut sei betont, daß evolutionäre Aspekte (auch) in der Ökologie nicht gleichbedeutend mit der Dimension von Veränderung ökologischer Einheiten in der Zeit sind. Wie in Kap. 3.1. ausgeführt, fällt die Diskussion um Stabilität oder Störungen nicht mit einer bestimmten Interpretation »historischer« Veränderlichkeit ökologischer Systeme zusammen. Sukzessions- und Mosaik-Zyklus-Theorien sowie das patch dynamics-Konzept lassen zunächst grundsätzlich wenig Spielraum für historische *Erklärungen* heutiger Zustände, da allein das Wirken genereller Prinzipien aktualistisch erfaßt werden soll. Doch sowohl individualistische als auch ökosystemorientierte Konzepte müssen notwendigerweise historische und phylogenetische Aspekte enthalten, sofern sie nicht entscheidende Faktoren schlichtweg ignorieren. Unstrittig ist zwar, daß jedes natur-historische Element die Prognosefähigkeit im Sinne hypothetiko-deduktivistischer Verfahren erheblich einschränkt (Popper 1973, 1995); eine allein an experimentell testbaren Fragen orientierte

»prädiktive Ökologie« (Peters 1991) allerdings greift nicht nur entscheidende ökologische Phänomene nicht auf (vgl. Jax *et al.* 1996), sondern sie hat auch neuere wissenschafts- und erkenntnistheoretische Debatten ignoriert (Haila 1997b). Die von Peters unkritisch zugrundegelegte Symmetrie von Vorhersage und Erklärung ist als einziger Maßstab für »Wissenschaftlichkeit« selbst für experimentelle Disziplinen inzwischen obsolet (Stegmüller 1983).

Tatsächlich benötigt jede Erklärung kontingenter Phänomene eine Fülle historisch kontingenter Einzeldaten, die nur engen raumzeitlichen Bezug haben, und umgekehrt fehlt jedem generalisierenden Zugang diese Spezifik. Die Notwendigkeit *beider* Perspektiven für Ökologie und Evolutionsbiologie haben zahlreiche Autoren betont (Trepl 1987, Mayr 1991, Eldredge 1994). Keine Einigkeit besteht darüber, wie genau die Theoriestructur einer »historischen« Ökologie und Evolutionstheorie aussehen soll, die Kontingenz und Kontextabhängigkeit des je Besonderen *im Rahmen* empirischer generalisierender Naturwissenschaft zu verorten sucht.

3.3.2 Evolutionsökologische Nischentheorie: Verknüpfung des Organismus mit dem Ökosystem und organisistischer Erweiterungsversuch auf die Biosphäre

Die organismenzentrierte Perspektive ist der gemeinsame Nenner einer Vielzahl von Ansätzen, ökologische und evolutionsbiologische Analysen zu verbinden.

Ein wegweisender theoretischer Entwurf stellte Individuen als Selektionseinheiten der ökologischen Umgebung als Teil der Selektionsfaktoren nicht mehr nur gegenüber, sondern faßte sie begrifflich zusammen. In einer ökologischen Perspektive der Synthetischen Theorie vertrat Simpson (1984/1944) die Vorstellung von Adaptionszonen oder ökologischen Zonen, in welchen sich nicht nur Arten, sondern auch höheren Einheiten »ökologische Nischen« eröffnen. Osche (1966) hat die Möglichkeit, bestimmte ökologische Rollen einzunehmen, als »ökologische Lizenz« bezeichnet. Günther (1950) postulierte, daß eine reale Nische vom Organismus (»autozoischer Anteil«) *und* der Umwelt (»ökischer Anteil«) gebildet wird. Nische wird nunmehr verstanden als *Interaktionsgefüge* von Organismus und Umwelt. Im Gegensatz zur rein ökisch-funktionalistischen Nischenkonzeption der angloamerikanischen New Ecology (Odum 1953, Hutchinson 1958) kann es in der Güntherschen Theorie auch theoretisch keine »leeren« Nischen geben. Bock & Wahlert (1965) haben im Rahmen der Funktionsmorphologie

mit dem Begriff »Synerg« im Prinzip dieselbe Konzeption vertreten. In Ausarbeitung dessen haben Osche (1966), Zwölfer (1988) für phytophage Blütenstandsinsekten und Paulus (1988) für Bestäuber-Blüte Systeme versucht, die Nischenkonzeption für Koevolutionsphänomene ökologisch fruchtbar zu machen. Dabei ging es um enge Interaktionen zwischen Arten mit Konsequenzen für Speziation und Zönosen. Der Stoff- und Energieflußaspekt wird dabei allerdings ausgeblendet. Solche Ansätze bewegen sich im individualistischen evolutionsbiologischen Paradigma, demgemäß konkurrierende und evolvierende Individuen ihren reproduktiven Erfolg maximieren – eingeschränkt von ökologischen Rahmenbedingungen der Interaktion. Daraus ergibt sich die Rekonstruktion ökosystemarer Zusammenhänge ausgehend von *einzelnen Arten* und ihren »ökischen« Konnexen mit anderen Taxa. Um diesen Ansatz der Verknüpfung von Ökologie und Evolutionsbiologie fortzuentwickeln, sind zum einen die Intensität der funktionalen Beziehungen und zum anderen die Selbstabgrenzung höherer Einheiten z.B. anhand von Symbiose und Ko-Evolution zu studieren. Dabei landet man bei Fragen der Selbstorganisation funktionaler Art-Art-Interaktionen wie der Bestäuber-Blüte Koevolution. Für solche Systeme läßt sich vermuten, daß sie tatsächlich eine neue interspezifische Einheit der Evolution (als *Interaktor*) darstellen, wobei dann zwei Genome als ein Replikator gelten müßten (Van Valen 1992, Frank 1997).

Wiegleb & Bröring (1996) verwenden für den allgemeinen Aspekt der Interdependenz von Organismen den Begriff »Semiautonomie«: Individuen einer Art können nie unabhängig von denen anderer Arten existieren. Doch es gibt unterschiedliche Grade der Interdependenz zwischen Organismen. In diese Richtung wäre ein Forschungsprogramm zu formulieren, um solchen Abstufungen mit theoretischen und empirischen Studien näherzukommen. Es wäre zu klären, ob es gute Daten und gute Theorien gibt, für die Art-Art-Interaktion andere emergente Stufen funktionaler Verknüpfung zu begründen als die herkömmlichen ökologischen Interaktionen (siehe unten).

Erweiterungsversuche auf die biosphärische Perspektive

Seit den Arbeiten von Henderson (1913), Vernadsky (1944), vor allem aber stimuliert durch die »Gaia-Hypothese« von Lovelock (1979), existieren zahllose Entwürfe zu Fragen der Integration aller Lebensprozesse in einem globalen Ökosystem, das Noosphäre, Biosphäre oder Gaia genannt wird. In ökosystemtheoretischer Perspektive geht es dabei um die funktionale Integra-

tion aller Stoff- und Energieströme, verstanden als ein übergeordnetes globales *life-supporting system*. Dieses produziert als Gesamtheit die physikochemischen Eigenschaften, die Leben überhaupt ermöglicht haben. Mit der Entwicklungsgeschichte des Lebens hat sich auch die Biosphäre selbst geändert, beispielsweise in der Gaszusammensetzung der Luft, durch Bodenbildung und so fort.

Diese gemeinsame Geschichte des Lebens und der Erde findet ihre Analogie in der Idee einer evolvierenden Organismus-Umwelt-Einheit im oben genannten Sinne. Nicht nur Organismen evolvieren dabei im strengen Sinne, sondern auch die Biosphäre als Ganze. In diesem Sinne integriert Wahlert (1996) den Gedanken einheitlicher genealogischer Entfaltungsgeschichte des Lebens als evolvierender Einheit und erweitert damit die klassischen *Evolutionseinheiten* um das Leben auf der Erde selbst. Die Einheit aus Lebewesen *und* abiotischen Entitäten ist Individuum, Interaktor und Abstammungslinie (sensu Hull) zugleich, nicht aber Replikator. Als Replikatoren müssten dann wohl die einzelnen Arten gelten, doch aufgrund von Überschichtungsphänomenen können immer neue ökologisch differenzierte Taxa zu den bestehenden treten: zu den Bakterien die Eukaryota, zu Moosen und Farnen die Blütenpflanzen, zu den Fischen die Meeressäuger und so fort. Verdrängung alter Taxa gibt es zwar auch, insgesamt aber nimmt die Mannigfaltigkeit zu.

Die Begrifflichkeit ist jedoch uneindeutig: evolviert das Leben als Abstammungslinie, oder entfaltet sich mit der belebten Erde ein Organismus, der an Differenziertheit zunimmt – durch Diversifikation der Arten *und* Ökosysteme? »This overall macroevolutionary process can be thought of as an ontogeny« (Salthe 1985:251). Die Genealogie der belebten Erde wird anders als im klassischem Evolutionskonzept nicht allein als Verwirklichung und Stabilisierung genetischer Programme gedacht, sondern als form- und musterbildender Prozess auf ganz verschiedenen Ebenen (Kauffman 1993). Die Zunahme an Komplexität im Lauf der Evolution wird mit zwei unterschiedlichen Analogien gedeutet, die sich ausschließen: orthogenetische Evolution und Verzweigung einer Stammlinie *oder* Ontogenie eines Organismus.

Unklar bleibt bei Wahlert die Vermittlung zwischen den individuellen Art-Umwelt-Konnexen und der belebten Erde, denn sein Begriff des Ökosystems erfährt keinerlei Erläuterung. Es fehlen die mittleren Ebenen der Hierarchie: lokale Ökosysteme, die als Konsequenz der Organismusmetapher als Organe zu bezeichnen wären und die funktionell dem Gesamten »dienen«. Die unbestimmte Funktionalität von Arten, Artengruppen oder lokalen Ökosystemen

für die Erde insgesamt ist das Hauptproblem eines Ansatzes, den nicht nur Wahlert verfolgt. Seine Erläuterung zur Rolle aller Tiere als »Rezykler«, die eine Maximierung des Energieumsatzes des Gesamtsystems bedingen, ist von Lotka (1922, 1956) und der Systemökologie übernommen. Die Evolutionstheorie hat in ihrer klassischen Form ebensowenig wie die Soziobiologie einen theoretischen Ansatzpunkt, Komplexitäts- oder Vielfaltszunahme als notwendiges Ergebnis der Evolution zu begründen. Wahlert (1996), Salthe (1985) und viele andere nehmen auf der globalen Ebene Zuflucht zur Thermodynamik, die ansonsten für evolutionsbiologische Forschungen als wenig relevant verworfen wird: als *Gesamtsystem* sei die Erde aufgrund der Thermodynamik offener Systeme dazu bestimmt, notwendig komplexer zu werden. Die Wege (Trajektorien) der Komplexitätszunahmen sind kontingent, die Zunahme selbst aber nicht. Jedes physikalische Maß für die Richtung der biologischen Evolution ist jedoch hochgradig umstritten. Die thermodynamisch-physikalistische Interpretation von Lebewesen als Energieoptimierern für »das System« bleibt unverknüpft mit Wahlerts Idee einer Evolution der Erde als lebendem Organismus – es sei denn, Leben wird allein als elaborierte Form der Energiezirkulation verstanden. Damit hätte Wahlert die Position der Ökosystemökologie tatsächlich nur erneut »erfunden«, ohne die Eigendynamik des kontingenten Prozesses biologischer Evolution zu integrieren. Die Perspektiven bleiben parallel und unvermittelt, solange nicht klar ist, welches »System« energieoptimiert wird und welche Subsysteme welche Rolle dabei spielen. Zudem bleibt der Charakter der Erde als »Einheit« zu unbestimmt: Die Biosphäre als *Ökosystem* ist ein offenes System hinsichtlich der Energieströme, die globale Lebensgemeinschaft (»world community«, »global biota«) ist – soweit bekannt – eine abgeschlossene Einheit (MacMahon *et al.* 1978). Nicht die Erde, sondern die *Lebewesen* sind Objekte einer Genealogie. Der Interaktionskomplex zwischen Umwelt(en) und Organismen hat eine Geschichte aber keine Evolution.

3.3.3 Hierarchietheorie und genealogische versus ökonomische Systeme: Organismen als integrierende Einheit

Die Hierarchietheorie in der Ökologie (Allen & Starr 1982, O'Neill *et al.* 1986; kosmologische Erweiterungen bei Ahl & Allen 1996) ist ein Versuch, die unterschiedlichen Fokaleinheiten zu integrieren. Bezüglich der epistemischen Charakterisierung versteht sich die Hierarchietheorie als »neutral« in dem Sinne, daß alle Betrachtungsebenen und -einheiten rein methodologisch

beobachterkonstituiert sein sollen. Ich habe bereits darauf hingewiesen, daß diese Position damit *ex negativo* auch zum Status empirischer Existenz »realer« Einheiten Stellung bezieht. Die Frage ist, ob der jeweiligen Festlegung von Einheiten in der Ökologie Real- oder Nominaldefinitionen zugrundeliegen.

In der Darstellung ökologischer Hierarchien wird zumeist dem Ökosystem eine eigenständige Bedeutung als Fokalebene überhalb von Populationen und Lebensgemeinschaften zugewiesen (O'Neill *et al.* 1986; Lenz & Haber 1996). Im Gegensatz dazu betonen andere Autoren, daß *biologische* Hierarchien vom Individuum über die Population zur Lebensgemeinschaft vollständig inklusiv sind, das Ökosystem aber dieser Hierarchie herausfällt, da nicht-biotische Systemelemente hinzutreten (MacMahon *et al.* 1978). Für eine anspruchsvolle Hierarchietheorie entscheidend ist also, daß die Ebenen als inklusiv (»enkaptisch«, »nested«) konzipiert sind: die höheren Ebenen enthalten jeweils die unteren im logischen und empirischen Sinn. Das Systemverhalten einer Ebene bestimmt sich jeweils aus den Bestandteilen der unteren Ebene plus deren Wechselwirkungen und »ist« damit sozusagen die nächsthöhere Einheit (Wiegleb 1996, Wiegleb & Bröring 1996). In gleicher Weise argumentieren Levins & Lewontin (1985) in der von ihnen als dialektisch bezeichneten Sichtweise. Mit dieser Konzeption scheint das Emergenzproblem rein begrifflich (auf)gelöst; per se kann keine Theorie emergente Eigenschaften höherer Hierarchieebenen aus den unteren voraussagen – und umgekehrt (Salthe 1985, Wiegleb & Bröring 1996). Das grundlegende Problem der Konstruktion ökologischer Hierarchien besteht in der Frage des Einschusses abiotischer Umweltbestandteile. Ich schließe mich der Auffassung von MacMahon *et al.* (1978) an, die enkaptische Hierarchie interagierender biotischer Einheiten von derjenigen begrifflich zu trennen, die raumzeitliche und funktionelle Einheiten biotischer *und* abiotischer Objekte zusammenfaßt (siehe Tab. 8). Hierarchietheorie impliziert damit nicht, daß die jeweiligen Prozesse getrennt voneinander verlaufen, allerdings bringt das Verständnis ökosystemarer, Prozesse mit Fokus auf abiotische Faktoren nicht notwendig Einsichten in die Struktur von Lebensgemeinschaften mit sich. Es existieren also *drei enkaptische Hierarchien*, wobei selbstverständlich Wechselwirkungen der Ebenen untereinander und mit den Ebenen der anderen Hierarchie stattfinden. In allen drei Hierarchien sind die Einheiten enkaptisch miteinander verbunden; diese Einheiten gehen aber nicht genau und nicht immer parallel zu denjenigen

der anderen Hierarchien. Einzige gemeinsame Einheit von evolutionärer und ökologisch-biotischer Hierarchie sind die Organismen (siehe Kap. 11).

Über das Abgrenzungsproblem von Einheiten – womit hier die theoretischen Kriterien und nicht die praktischen Schwierigkeiten der Abgrenzung gemeint sind – gibt es keine einheitliche Meinung innerhalb der VertreterInnen der Hierarchietheorie (vgl. Wiegleb 1996); als allgemeine Charakteristika gelten aber strukturelle und funktionelle Phänomene der Selbstabgrenzung (Allen & Starr 1982). Meine These ist, daß auch mit der Zurückweisung *räumlicher* und der Beschränkung auf *funktionale* Einheiten das Abgrenzungsproblem nur dann zu lösen ist, wenn es möglich ist, funktionale Beziehungen nicht methodologisch »konstruiert«, sondern auch empirisch »real« abzugrenzen. Von der *Interpretation des Interaktions- und Funktionsbegriffs* hängt also ab, ob Biozönosen oder Ökosysteme Individuen sein können, welche Rolle sie in der Evolution spielen und ob sie eigene Einheiten der Selektion und des Formenwandels darstellen.

Allerdings bestehen zusätzliche Schwierigkeiten des Übergangs von evolutionsbiologischen zu ökologischen Hierarchien. Für Eldredge & Salthe ist die Unterscheidung von evolutiven (»genealogischen«, Eldredge & Salthe 1984:173) und ökologischen (»ökonomischen«, Eldredge & Salthe 1984:173) Hierarchien grundlegend (Tab. 8). Im Rahmen ihrer zwei fundamentalen Lebensäußerungen beteiligen sich Organismen zum einen am Austausch von Materie und Energie, zum anderen reproduzieren sie sich, geben also Information weiter: »Life is in fact organized simultaneously in these two very different ways« (Eldredge 1985:174). Die Aufrechterhaltung und Vermehrung der genealogischen Einheiten, also die Diversifikation monophyletischer Gruppen, entsteht dabei jedoch nicht wie in der soziobiologischen (»ultradarwinistischen«) Sicht konkurrenzbedingt, sondern als emergente Eigenschaft der Reproduktionsfähigkeit von Organismen selbst (Eldredge 1994).

Der scharfen Zweiteilung liegt die Idee zugrunde, daß eine genealogische Einheit nicht mit einer einheitlichen ökologischen oder physiologischen Rolle zusammenfällt: so erfüllen dieselben »Gene« als DNA- oder RNA-Moleküle unterschiedliche Funktionen in der Zelle, lokale Populationen einer Art bilden unterschiedliche »Nischen« an unterschiedlichen Stellen ihres Verbreitungsgebietes. Insofern ist beispielsweise *Arten* überhaupt keine einheitliche Nische im ökologischen Sinne zuzuordnen (Hengeveldt 1988, Eldredge 1994),

sondern lokalen Populationen artgleicher Individuen oder sogar nur Vertretern eines Geschlechts der Art.

Allgemeiner und zugespitzt formuliert bedeutet dies, daß *keine* der genealogischen Einheiten, egal ob Individuen sensu Hull oder nicht, eine Rolle im ökologischen Geschehen spielt – mit Ausnahme der Einheit der *individuellen Organismen*. Allein diese reproduzieren sich und haben zugleich als Einheiten Teil am Materie- und Energieumsatz (Eldredge 1994). Das Verhältnis zwischen Reproduktion (Informationstransfer) und Partizipation an Stoff- und Energietransfer zwischen Organismen läßt sich – so meine ich – nicht im Sinne einer Zuordnung zu proximat und ultimat Ursachen erklären (so lautete das Programm von Lotka 1922). Während der Populationsansatz in der Ökologie und die Soziobiologie die ökologisch-biotische (»ökonomische«) Hierarchie auf Genealogie zurückführen wollen, versucht der Ökosystemansatz das Umgekehrte (siehe Kap. 3.2). Im Lichte des bislang Ausgeführten erscheint beides wenig sinnvoll.

Die Idee von der herausgehobenen Rolle von Organismen bleibt dem individualistischen Paradigma verbunden, das den Organismen die zentrale Rolle zuspricht. Ein Ökosystem ist darin ebensowenig Einheit der Evolution wie Lebensgemeinschaften oder Gene. Als Konsequenz dieser Sonderrolle der Organismen für die Integration von Ökologie und Evolutionsbiologie soll in Kap. 10 die Bedeutung dieser Idee für den Naturschutz noch einmal aufgenommen werden.

Die Aufteilung in drei Hierarchien und vor allem die scharfe Trennung von »Genealogie« und »Ökonomie« stellt eine erhebliche Herausforderung für das in den vorhergehenden Teilkapiteln beschriebene evolutionsbiologische Art(en)-Umwelt-Interaktionsmodell dar. Umgekehrt ist die ökosystemare Hierarchie diejenige, die konsequenterweise den Organismus durch einen Organismus-Umwelt-Komplex ersetzen muß, wenn biotische und abiotische Elemente zu einer Einheit zusammengefaßt werden (Günter 1950, Bock & Wahlert 1963; siehe oben). Salthe (1985) und Eldredge (1985, 1994) erwähnen dieses Problem nicht explizit, wenn sie den Organismus als Schnittpunkt von Informations- und Stoff-/Energieaspekten bezeichnen, denn im Moment der Stoff- und Energieinteraktion verläßt der Organismus buchstäblich mit jedem Atemzug oder jeder Öffnung der Stomata notwendigerweise die Hierarchie rein biotischer Interaktionen. Aus Hierarchietheorien allein kann in diesem Sinne keine Organismustheorie entwickelt werden, die diese notwendige Integration leistet. Bemerkenswert ist die Sonderstellung der ökosystemaren Hierarchie,

insofern dort *nicht* der Organismus, sondern ein Organismus-Umwelt-Komplex vorkommt (Tab. 8). Die im Kap. 3.3.2 geschilderte evolutions-ökologische Nischendefinition impliziert im Rahmen nicht-genealogischer Ökosystemhierarchien eine Neuformulierung der Sonderstellung des Organismus als singuläre Organismus-Umwelt-Einheit: Nicht nur Organismen selbst, sondern auch Umwelt oder Ökosystem müssen dann mit Bezug auf Organismen definiert werden (vgl. Uexküll 1973; Brown 1995, Grimm 1995).

Tab. 8: Evolutionäre, ökologisch-biotische und ökosystemare Hierarchien: Innerhalb der Hierarchien sind die Einheiten enkaptisch miteinander verbunden. Einzige gemeinsame Einheit von evolutionärer und ökologisch-biotischer Hierarchie sind Organismen. Eine Sonderstellung nimmt die ökosystemare Hierarchie ein: dort kommt *nicht* der Organismus, sondern nur ein Organismus-Umwelt-Komplex vor (stark verändert auf Grundlage von Eldredge 1985:166).

evolutionäre Hierarchie	ökologisch-biotische Hierarchie	ökosystemare Hierarchie
Monophylum: »Leben« (Summe aller Monophyla)	Summe aller Lebewesen (world biota, – community)	Biosphäre
Monophyla	regionale Biota	regionale Ökosysteme
Arten	Lebensgemeinschaften (communities)	lokale Ökosysteme
Deme (reproduktive Interaktionen)	Populationen (Stoff- / Energie-Interaktionen)	
Organismen	Organismen	Synerg: Organismus <i>und</i> <i>dessen</i> Umwelt
Genom	Zelle	Genom und Zellmedium
Chromosomen / Kopplungsgruppen	Moleküle	
Gene		

Es sei aber betont, daß *vice versa* eine solche Organismustheorie nicht das Problem der Abgrenzbarkeit, der Funktion und der maßgeblichen Prozesse

von Einheiten in der ökologischen Hierarchie lösen kann, weil alle ökologischen Phänomene jenseits der Ebene des individuellen Organismus – zumindest im begrifflichen Rahmen der Theorie – unabhängig von genealogischen Hierarchien verlaufen; Beispiele *ebenenspezifischer* Interaktionen zwischen genealogischen und ökologischen Einheiten nennt Salthe (1985:190-248). Offen bleibt jedoch, welche Rolle die Phylogenie und ökologische Hierarchien *insgesamt* im Rahmen der Selbstorganisation und Selbstreferentialität spielen. Einen umfassenden Entwurf zu diesem Thema hat Stuart Kauffman (1993) mit seinen system- und chaostheoretischen Interpretationen zum Thema der Entstehung von Ordnung überhaupt vorgelegt, deren Erörterung allerdings den Rahmen dieser Untersuchung sprengen würde.

Fazit des Kapitels 3:

- Der Begriff der Evolution wird – auch in der Ökologie – mit Veränderlichkeit und Veränderung in der Zeit assoziiert. Sowohl die *Veränderlichkeit* ökologischer Systeme als auch deren *Stabilität* wird mit evolutionären Erklärungen versehen, um ökologisch als relevant angesehene Phänomene in einen umfassenderen Theoriekontext einzubetten.
- Dennoch läßt sich vereinfachend formulieren: *Prima facie* betont die Evolutionsbiologie den unbestimmt-offenen (Arten)Wandel, die Ökologie dagegen zyklisch-dynamische Prozesse zur Erhaltung bestimmter, meist großräumiger ökologischer Einheiten, beispielsweise Fließgleichgewichte in Ökosystemen oder gesetzhafte zyklisch verlaufende Sukzessionsphänomene.
- Die entscheidende theoretische Frage ist, welche *Einheiten* sich nicht nur in der Zeit verändern, sondern als Einheiten der Evolution im engeren Sinne unterworfen sind. Der individuenbezogene Ansatz in der Ökologie, der auf Prozesse innerhalb von Populationen fokussiert, knüpft unmittelbar an die Evolutionsbiologie und deren klassische Fokaleinheiten an, kann aber die Emergenzphänomene nicht befriedigend einbeziehen.
- Allein Organismen bilden die gemeinsame Verbindungseinheit zwischen genealogischen und ökologischen Hierarchien, die sich ansonsten bezüglich der Einheiten nicht überschneiden. Die Frage nach der Rolle von Biozönosen und deren Koevolutionsphänomenen für die Entwicklung ökologischer Systeme im Evolutionskontext stellt das entscheidende und bislang ungelöste Problem jeder Integration dar.

- Ob die Biosphäre als Ganze eine Einheit der Evolution ist, darf bezweifelt werden, insofern sie sich nicht vermehrt, sondern eher analog einem individuellen Organismus *entwickelt*.
- Die begrenzte Überschneidung ökologischer und evolutionärer Einheiten und die prinzipielle Unvorhersehbarkeit ihrer weiteren Entwicklung müssen als Resultat historischer Kontingenz der Lebewesen und anderer Einheiten berücksichtigt werden. Lohnenswert ist somit stets die Reflexion auf das Historische und das Besondere aller ökologischen und genealogischen Objekte – auch im Rahmen einer Theorie, die zu generalisieren versucht. Es besteht Forschungsbedarf, die Aspekte abgestufter Abhängigkeiten innerhalb von Lebensgemeinschaften weiter zu untersuchen.
- Erwartungen klarer Aussagen und simpler Szenarien, die nicht zuletzt seitens der Naturschutzethik von der evolutionär-ökologischen Perspektive erhofft werden (siehe Kap. 7, 12), sind oft von der Sache her unerfüllbar, denn gerade Evolution kann nicht im Sinne sicherer Zukunft gedacht werden. Historische Kontingenz in die Theorien von Evolution und Ökologie systematisch zu integrieren, ist Aufgabe genug.

4 Naturschutz in einer veränderlichen Welt: ökologische und evolutionsbiologische Erwägungen als Grundlage des Naturschutzes

Der wissenschaftlich informierte Naturschutz legt für seine Zustandsanalysen und Handlungsanweisungen die naturwissenschaftlichen Theorien über Phänomene in der Natur zugrunde. Solche Theorien haben sich, wie im vorangehenden Kap. 3 ausgeführt, im Laufe der letzten Jahrzehnte gewandelt. Daraus ergeben sich auch Konsequenzen für die theoretischen Grundlagen des Naturschutzes. Einander widersprechende Grundsatzpositionen bestehen zwar innerhalb der Naturschutztheorie ebenso wie in Ökologie und Evolutionsbiologie, doch eine generelle Tendenz dürfte unstrittig sein: der Übergang von statischen zu dynamischen Konzepten. Dies gilt für die Betrachtung der Naturprozesse selbst ebenso wie für die Beurteilung adäquater Schutzstrategien. Eine kritische Distanzierung vom Stabilitätsdenken gehört heute praktisch zum guten Ton in der Fachliteratur des Naturschutzes (z.B. Haber 1979, Botkin 1990, Henle 1994, Plachter 1996). Dieser Wandel im wissenschaftlichen Verständnis von Stabilität, Dynamik und Evolution steht im Zusammenhang mit dem Wandel bislang oft selbstverständlich vorausgesetzter und zuweilen wenig reflektierter Grundpositionen des Naturschutzes, die mit dem Begriff der Veränderung selbst zu tun haben.

4.1 Basiskanon der Naturschutzperspektive: Bedrohliche anthropogene Veränderungen, wissenschaftliche Analysen und Globalisierung

Die Grundlegung der heutigen Naturschutztheorie ist nicht ohne drei übergeordnete Aspekte zu verstehen, die an dieser Stelle nur schlaglichtartig erwähnt werden können: Anthropogene Veränderung als Zerstörung und Bedrohung,

wissenschaftliche Analysen dieser Veränderungen und die globale Perspektive der Umweltprobleme.

Veränderungen im Sinne bedrohlicher und unerwünschter Ereignisse sind in einem fundamentalen Sinne der Ausgangspunkt jedes Naturschutzes. Um die Mitte des letzten Jahrhunderts entstand die Heimatschutzbewegung als eine der Wurzeln des Naturschutzes in Deutschland. Sie übte Kritik an der Veränderung der heimatlichen Landschaft als Resultat urbaner Industrialisierung, vor allem jedoch an der Modernisierung der Landwirtschaft selbst, und beklagte den Verlust des traditionellen ländlichen Lebens (Rudorff 1880; vgl. Erz 1990, Knaut 1990). Im kollektiven Bewußtsein eines Teils der bürgerlichstädtischen Gesellschaftsschicht symbolisierte diese Veränderung der – in heutigen Worten – Kulturlandschaft eine Verschlechterung der Situation der Heimatnatur *und* der Kultur des Menschen im Nationalstaat. Zeitgleich bestanden in Nordamerika und in der Schweiz Bestrebungen zur Schaffung von touristisch erschlossenen Nationalparks (Henke 1990) und zum Schutz der Wildnis (Haila 1997a). Obwohl diese drei Bewegungen aus sehr verschiedenen Motiven entstanden, beruhten sie alle auf der Wahrnehmung der als bedrohlich und negativ empfundenen anthropogenen Veränderungen in der Natur.

Im Gewässerschutz noch vor der Jahrhundertwende (vgl. Lange 1994), insbesondere aber seit den 1960er Jahren angestoßen durch das Buch »Silent Spring« von Rachel Carson (1962) trat die naturwissenschaftliche Analyse negativer Folgen der menschlichen Naturveränderung in den Vordergrund. Neben dem individuell empfundenen Erleben nahmen zerstörerische Naturveränderungen zusätzlich Gestalt als objektive Erkenntnis der Bedrohung an. Zahlreiche Ökologen haben seit Begründung ihrer Disziplin meist nicht nur programmatisch deren Aufgabe für die Dokumentation, Ursachenforschung und Beseitigung von Umweltproblemen betont (vgl. Möbius 1986/¹1877, Elton 1927, Friederichs 1937, Thienemann 1941, Odum 1953). Auch in der Evolutionsbiologie existieren solche Bemühungen seit längerem (vgl. Haldane 1949, Huxley 1963).

Die Dokumentation und die Expertise anthropogener Zerstörungen erhielt in den 1970er Jahren eine globale Perspektive. In der Folge eines Berichts des »Club of Rome« (Meadows *et al.* 1973) und seitdem in unzählbaren Publikationen entstand die Forderung, Umweltfragen stets global zu beachten, da inzwischen auch die Bedrohung global sei. Diese Perspektive des Zusammenspiels und der Organisation im ökologischen System Erde hat eine Vor-

geschichte in (geo)ökologischen Theorien. Bereits Henderson (1913) schilderte die planetarischen Bedingungen zur Entstehung und Aufrechterhaltung von Leben, die heute mit den Worten Biosphäre oder Gaia das globale System des Lebens bezeichnen (»life-containing and life-supporting systems«; siehe Kap. 4.3). Als Basiskanon des Naturschutzes könnte demnach formuliert werden:

- anthropogene Veränderungen wirken seit Beginn dieses letzten Jahrhunderts zumeist zerstörend auf die Natur,
- die Wirkungen lassen sich naturwissenschaftlich dokumentieren und analysieren,
- die Bedrohung ist inzwischen global, und auch Gegenmaßnahmen erfordern weltweites Handeln.

Mit diesem Kanon sind allerdings Schwierigkeiten verbunden. Erstens ist zu fragen, ob menschliche Einwirkungen generell als zerstörerisch in dem Sinne zu bezeichnen sind, daß sie stets Arten, Lebensräume und ökologische Funktionsbeziehungen bedrohen. Weitgehend bestritten ist inzwischen, daß Zerstörungen allein von Menschen ausgehen und daß Natur ohne den Menschen stets stabil und harmonisch sei (siehe unten und Kap. 3). Damit verbunden ist als zweiter Aspekt die Kritik der Verlässlichkeit, Vollständigkeit und Gültigkeitsdauer naturwissenschaftlicher Szenarien. Weiterhin stößt eine naturwissenschaftliche Engführung des Naturschutzes nicht nur an Grenzen der Prognosefähigkeit. Durch Überbetonung biologischer Aspekte entstandene Defizite bei normativen Naturschutzbegründungen (Trepl 1991) und bei der Berücksichtigung politischer, sozialer und ökonomischer Kontexte (Hampicke 1991) sind als Problem inzwischen erkannt. Drittens verschafft die Globalität dem Naturschutz zwar auf den ersten Blick eine größere Dringlichkeit, doch ist mit dieser Zuschreibung zusätzlich zu den wenig naturschutzfreundlichen nationalen und internationalen politischen Machtverhältnissen auch ein inhaltliches Dilemma verbunden.

Die Vernichtung des gesamten Lebens auf der Erde durch Umweltzerstörung ist vorstellbar geworden. Seit einiger Zeit existieren Szenarien katastrophaler Veränderungen der globalen lebenserhaltenden Ökosysteme als Resultate von Atomkrieg und Nuklearunfällen, Meteoriteneinschlag, vor allem aber aufgrund von anthropogener Waldzerstörung und darauf folgender Klimakatastrophe. Eine »Heuristik der Furcht« (Jonas 1984), die als Vorsicht gegenüber massiven technologischen Veränderungen formuliert wurde, ist wegen

der bereits planetarischen Dimension des Artensterbens hinsichtlich des Umgangs mit Lebensräumen gerechtfertigt (Myers 1979, Wilson 1992a; siehe Kap. 5). Doch mit einer generellen Vorsicht vor anthropogenen Veränderungen begründet sich inhaltlich wenig Konkretes für den Naturschutz vor Ort. Gerade in Mitteleuropa zielt Naturschutz oft darauf, bestimmte Formen meist anthropogen geprägter Systeme zu erhalten – und zwar ungefähr diejenigen des Zustandes zwischen 1750 und 1850. Über deren Beitrag zur weltweiten ökologischen »Stabilität« läßt sich dabei kaum Gehaltvolles sagen, und der Beitrag zur Artenvielfalt ist quantitativ vernachlässigenswert. Auf der anderen Seite lassen sich absolute Nutzungsverbote in den tropischen Ländern des Südens weder durchsetzen, noch sind bestimmte Nutzungsformen auch in naturnahen Systemen per se zerstörerisch. Solche kritischen Perspektiven zur Globalisierung einer Umweltdiskussion, in der regionale Unterschiede und lokale Lösungen aus dem Blick zu geraten drohen und technokratisches, von den industrialisierten Ländern diktiert Natur-Management Überhand gewinnt, erweitern – richtigerweise – inzwischen die Debatte (vgl. Sachs 1995). Doch wie sieht die »Natur«, die global und lokal vernichtet wird, im Blick des Naturschutzes eigentlich aus und welche Eigenschaften besitzen ökologische Konnekte, die unstrittig von anthropogener Zerstörung bedroht sind?

4.2 Mythen in der Ökologie und deren Kritik: Zur Idee einer konstanten und harmonischen Natur und ihrem Gegenentwurf

Die derzeit eingeforderte Umorientierung des Naturschutzes ist vorwiegend dem Wandel innerhalb der Ökologietheorie geschuldet, in der Veränderlichkeit und Dynamik zunehmend an Bedeutung gewinnen. Jedoch beruhen – und diese Verknüpfung ist bereits in der bisherigen Darstellung erwähnt worden – solche Theorien selbst auf grundsätzlichen mehr oder minder verdeckten ontologischen Aussagen über die Eigenschaften der Natur.

Theorien zur ökologischen Stabilität, Dynamik und den zugrundeliegenden Prozessen beeinflussen die Kriterien der Beurteilung umwelt- und naturschutzrelevanter Sachverhalte. Lange Zeit wurde innerhalb der Umweltwissenschaften und in öffentlichen Debatten über lokale und globale »Gleichgewichte« auf die wissenschaftlichen Theorien zur Stabilität von Öko-

systemen verwiesen, nicht zuletzt, um deren anthropogene Störungen kritisieren zu können. Im klassischen Verständnis des Naturschutzes existierten stabile Zustände ökologischer Systeme, die es vor Eingriffen zerstörenden Ausmaßes zu schützen galt. Gigon & Bolzern (1988), Remmert (1988) und viele andere wiesen darauf hin, daß die Vorstellungen von stabilen Ökosystemen zumindest von der jeweiligen Stabilitätsdefinition und von der Betrachtungsebene abhängen. Dies betrifft den zeitlichen und räumlichen Maßstab, die unterschiedlichen Bezugsebenen von Populationen, Arten, Biozöosen und Ökosystemen (siehe Kap. 3 und unten). Remmert (1987) erläuterte die Relevanz seines Mosaik-Zyklus-Konzeptes anhand der Diskussion um die Bewertung des Waldsterbens: bedrohlich aussehende flächenhafte Zusammenbrüche von Beständen seien möglicherweise gar nicht bedrohlich, wenn sie natürliche Prozesse im Mosaik-Zyklus darstellen. Die *Bewertung* eines Sachverhalts hängt demnach von dem *Statuts seiner Erklärung* innerhalb der naturwissenschaftlichen Theorie ab.

Der Störungsbegriff als wissenschaftlicher Terminus gewann für den Naturschutz in verschiedener Hinsicht zunehmend an Bedeutung. Zunächst wurde auf bedrohliche Störungen hingewiesen, die vor allem in gegenüber äußeren Einwirkungen empfindlichen (Naturschutz)Gebieten zerstörerisch wirken. Andererseits aber gelten seit Connell (1978) Störungen mittlerer Intensität als konstitutiv für die Aufrechterhaltung hoher Artenzahlen. Des weiteren sind Störungen im Sinne pflegerischer Eingriffe des Menschen schlichtweg nötig, um bestimmte Stadien anthropogener Biotop- und Landschaftstypen zu erhalten. Die Bedeutung diskreter und disruptiver Ereignisse, die teils erwünschte, teils unerwünschte Folgen zeitigen, ist also über den Störungsbegriff in Theorie und Naturschutz eingegangen. Die meisten Autoren (z.B. Botkin 1990) sind allerdings nicht besonders präzise in der Fassung dessen, was als Störung bezeichnet wird. Doch die beharrliche Verwendung des Störungsbegriffes in der naturschutzbezogenen Ökologie auch im Rahmen von begrifflicher Differenzierung und Kritik (vgl. Bäumer 1997) kennzeichnet eine vorherrschende Naturauffassung, die exogene und abiogen verursachte Katastrophen benennt, welche das stabile und intern harmonisch organisierte Netz ökologischer Beziehungen zerreißen (siehe Kap. 3.1.3).

Kritik an den metaphysischen und ontologisierenden Hintergründen der Idee einer »Balance der Natur« oder des »natürlichen Gleichgewichts« sind in der Ökologie fast ebenso alt wie die affirmativen Bezüge auf jene, wie die Übersichtsarbeiten von Jansen (1972) und Egerton (1973) zeigen. Beide Au-

toren stimmen darin überein, daß »Balance der Natur« nicht sinnvoll operationalisierbar für die ökologische Forschung und Theorie ist; der Begriff habe zwar bis dato eine stimulierende heuristische Wirkung beispielsweise für die Erforschung der Stabilität ökologischer Einheiten entfaltet, aber nunmehr sei diese Frage in der Ökologie ohne Rückgriffe auf metaphysische Aspekte genauer zu klären. Für Fragen der Bewertung insbesondere anthropogener Veränderungen ist nach Jansen der Begriff jedoch weiterhin sinnvoll verwendbar, ebenso für didaktische Zwecke:

»In general, the use of the term ›natural balance‹ in common parlance is valuable because it offers the possibility of indicating major changes in nature with few words.« (Jansen 1972:111)

Dagegen forderte Botkin (1990) in seinem einflußreichen Buch »Discordant Harmonies« einen radikalen Bruch mit den seiner Meinung nach überkommenen theoretischen Grundlagen des Naturschutzes. Er begründete den mangelnden Erfolg praktischer Naturschutzbemühungen damit, daß diesen nicht nur naive, sondern falsche Vorstellungen über vermeintlich konstante, persistente und in sich geschlossene ökologische Systeme zugrunde lagen:

»(E)ven as recently as the early 1970s, the scientific conservation of endangered marine species was based on the idea that nature undisturbed is constant and stable« (Botkin 1990).

Das Scheitern wissenschaftlich geplanter Maßnahmen im Fischerei- oder Nationalparkmanagement belegt nach Botkin die Widerlegung bestimmter Ideen von der Natur, die auch innerhalb der ökologischen Theorie trotz aller Einwände noch weiter vorherrschten:

- 1 Der Mythos des »Natürlichen Gleichgewichts«: längst nicht alle vom Menschen unbeeinflußten ökologischen Zustände befinden sich im Gleichgewicht oder bewegen sich auf ein solches zu;
- 2 der Mythos, daß allein der Mensch dieses Gleichgewicht der Natur zerstöre: zum einen existieren auch natürliche Katastrophen, zum anderen dienen massive pflegerische Eingriffe des Menschen sogar der Erhaltung bestimmter Zustände;
- 3 der Mythos, daß die Natur eine perfekte Maschine darstelle: kritisiert wird hier eine »cartesisch-newtonische« Naturauffassung ebenso wie zu naive kybernetische Regelkreiseideen innerhalb der Ökosystemtheorie;

- 4 der Mythos, daß die Natur ein lebender Organismus sei; hier kritisiert Botkin organistische Interpretationen von Ökosystemen, wobei offen bleibt, ob damit auch die Gaia-Hypothese in Frage gestellt wird.

Der schillernde Begriff des Mythos in diesem Zusammenhang bedarf einer Erläuterung. In der angloamerikanischen Umwelt- und Naturschutzliteratur wird er folgendermaßen aufgefaßt: »Myths are simple but elegant ›stories‹ through which mankind captures part of the essence of experience and wisdom« (Holling 1978:97). Die Summe solcher Mythen bildet das, was Toulmin (1982; vgl. Kap. 7) als eine Kosmologie bezeichnet. Mythen repräsentieren also ein Naturbild, ein Naturverständnis als Teil eines Weltbildes, das der Selbstvergewisserung der eigenen Person, der Handlungsmotivation, der Naturwissenschaft ebenso wie der umweltethischen Normbegründung und der konkreten Handlungsanweisung zugrundeliegt. Ich habe solche Aussagen der metaphysischen (ontologischen und kosmologischen; Kap. 1.4) Ebene der Naturkonzeption zugeordnet. Sowohl Holling (1978) als auch Toulmin (1982) und Botkin (1990) betonen, daß diese ontologische Ebene Revisionen durch neue empirische und theoretische Kenntnisse der Naturwissenschaften unterworfen ist. Somit haftet den Begriffen »myth« oder »cosmology« sowohl das Odium des sachlich Falschen oder Simplifizierten als auch des unwissenschaftlich Ontologisierenden an. Gleichzeitig aber scheint genau diese Mischung zur Grundlage jedes wirkmächtigen Orientierungswissens zu gehören. Die genannten Autoren betonen die Notwendigkeit, einfache Umschreibungen ökologischer Sachverhalte zur Handlungsmotivation und -anleitung prägen zu müssen. In einer solchen transformierten Form wird naturwissenschaftliches Wissen besonders wirkmächtig. In diesem Sinne scheint also die »Balance der Natur« von der »Dynamik und Veränderlichkeit der Natur« abgelöst worden zu sein. So schlagen Pickett *et al.* (1992:84) »flux of nature« als Überbegriff für ein neues Paradigma der Ökologie und der Naturschutzbiologie vor.

Als Resultat der Kritik an stabilitätsorientierten Ansätzen – auf der methodologischen, empirischen und ontologischen Ebene – setzt man im Naturschutz auf neue Konzepte: Dynamik und Prozeßorientierung. Dies bedeutet eine Berücksichtigung der fundamentalen in der Natur selbst liegenden Veränderlichkeit, und mithin lauten die neuen vier Eigenschaften der Natur:

- 1 Ökologische Systeme sind nicht vorwiegend stabil und im Gleichgewicht, sondern dynamisch;

- 2 Störungen in der Struktur ökologischer Gefüge passieren auch ohne den Menschen aufgrund dynamischer abiotischer und biotischer Prozesse;
- 3 ökologische Systeme besitzen eine weitgehend nicht-deterministische Dynamik, die Ereignisse sind stochastischer Art, und damit ist ein zeitlicher Verlauf schwer oder gar nicht im Detail prognostizierbar;
- 4 Ökosysteme sind zumindest keine echten »Organismen«; das Ausmaß interner Struktur und Selbstregulation bleibt allerdings strittig.

Sowohl in den kritisierten Mythen als auch in ihren mehr oder minder neuen Alternativen ist nicht festgelegt, was treibende Kraft des natürlichen Wandels ist und was andererseits die konstanten Phänomene in diesem Wandel bewirkt.

4.3 Evolutionsbegriff und Evolutionstheorie: Lösungen für konzeptionelle Defizite bisheriger Naturschutztheorie?

Über den Integrationsaspekt biologischer Theorie (Kap. 3) als Grundlage des Naturschutzes hinaus bietet der Evolutionsbegriff in einem weiten Sinne die Möglichkeit, einigen Schwierigkeiten des klassischen Naturschutzkanons zu begegnen:

- Evolution als Inbegriff des *Wandels* kann mehr noch als der Begriff der Dynamik dazu beitragen, Veränderungsprozesse erstens als natürlich und zweitens auch als notwendig und positiv für die Erhaltung der Natur als ganzer darzustellen; damit löst sich die Fixierung auf »positive Stabilität versus negative Veränderung« im Naturschutz auf – ein dezidiert normativer Aspekt.
- Mit der Theorie der Evolution geraten die zugrundeliegenden dynamischen Prozesse des Wandels zusätzlich zum Muster der Artenkombination deutlicher in den Vordergrund. Durch die Evolution der Organismen unterliegen auch die Muster einem Wandel (nicht aber einer Evolution im engen Sinne; siehe Kap. 3.3). Die Betonung der zugrundeliegenden Interaktionsprozesse eröffnet zudem Perspektiven auf die Funktionen von Lebewesen in ökologischen Systemen.
- Die Evolutionsbiologie trägt dazu bei, Ursachen von Veränderlichkeit in der Natur aufzuklären. Somit könnten realistischere Naturschutzszenarien entworfen und der Rahmen möglicher Prognosen geklärt werden. Sie bietet zudem eine Ergänzung der Theorieperspektive, insofern mit den ge-

nealogischen Objekten andere Einheiten als in der Ökologie fokussiert sind.

- Die Evolution hat als Geschichte und Genealogie des Lebens auf der Erde eine globale Perspektive. Die Evolutionstheorie verwirft zwar die Idee von Ökosystemen als Organismen, weil auch innerhalb höherer Hierarchieebenen mit emergenten Eigenschaften im engen Sinne nur Arten/Populationen als evolvierende Einheiten gelten. Eine Ausnahme besteht in der Biosphäre, die oft als ein sich entwickelnder, notwendig komplexer werdender Organismus gilt. Gleichzeitig kommen dem globalem Ökosystem Eigenschaften zu, die es besser als alle anderen ökologischen Subsysteme als ein auch empirisch existentes System kennzeichnen: raumzeitliche Integration, offen für Energie-, fast geschlossen für Stoffaustausch mit der Umgebung. Zum dritten ist die Gesamtheit des Lebens als Summe aller Abstammungslinien auch die oberste genealogische Einheit (siehe Kap. 3.3). Selbst wenn strittig bleibt, ob die Erde tatsächlich ein Organismus ist, bietet die Biosphäre neben den individuellen Organismen einen zweiten Fixpunkt als *Einheit* für evolutionstheoretische und ökologische Erwägungen.

Ist mit dem Prozeß- und Evolutionsgedanken das Stabilitäts- und Gleichgewichtsdenken tatsächlich aus der Ökologietheorie und dem Naturschutz verschwunden? Manche AutorInnen schließen die Existenz von Gleichgewichtszuständen in der Natur nicht grundsätzlich aus, betonen aber die Frage der Bewertung:

»Die konkrete Erfassung eines biologischen Gleichgewichtes [...] ist das eine Problem, die nachfolgende, vielleicht auch nur unterschwellig mitschwingende Bewertung ein anderes.« (Gigon & Bolzern 1988:22)

Eine Vorstellung, die derjenigen der Stabilität im Sinne von Persistenz analog ist, sehe ich in einem »Toleranzintervall« (Plachter 1996:300), das ein akzeptables Ausmaß von Folgewirkungen angibt. Die Vorgabe muß jedoch einem raumzeitlich eingegrenzten Leitbild beruhen (Plachter 1994, Wiegleb 1997). Als allgemeines Kriterium zur Beurteilung des Ausmaßes akzeptabler Eingriffe gilt, daß die evolutiv entstandenen Wechselwirkungen nicht allzu drastisch verändert werden dürfen, da sonst die Organismen nicht mehr adaptiv reagieren können und zudem die erwünschten ökosystemaren Prozesse ausfallen. Insofern wäre ein neues Verständnis von »Stabilität« oder »Gleichgewicht« dasjenige von geschichtlich-evolutionär gewordenen Zusammenhängen der Natur, deren natürliche Dynamik durcheinandergeraten

kann (Altner 1987, Chadarevian *et al.* 1991, Callicott 1996). Vorausgesetzt wird dabei natürlich, daß festgelegt wird, welche Konnexen erhalten werden *sollen*. Dazu bedarf es, sei es für Stabilität, Veränderlichkeit oder evolutive Potentiale, einer explizit normativen Grundlage außerhalb der Biologie.

Tab. 9: Alte und neue Perspektiven des Naturschutzes und die evolutionsbiologischen Aspekte (ÖS = ökologische Systeme).

alte Natur-Perspektive des Naturschutzes	neue Konzepte	evolutionsbiologischer Aspekt
ÖS im Gleichgewicht	ÖS in dynamischen Nicht-Gleichgewichtszuständen	Artenwandel als (ein) Motor der Veränderung
ÖS sind konstant => anthropogene Eingriffe als negative (Zer)Störungen	Bedeutung natürlicher Dynamik (»Störungen«) für Erhaltung von ÖS	Angepaßtheit der Organismen an heterogene fluktuierende Bedingungen
deterministische Sicht auf alle Naturprozesse	Nicht-Determiniertheit und Stochastizität natürlicher Prozesse	Stochastizität genetischer Variation als Quelle von Neuerungen
Strukturorientierung: Artenkombination als Muster im ÖS	Funktionsorientierung: Arten als Akteure von Prozessen im ÖS	Evolution der Arten => neue Interaktionsmuster
Ökosysteme als Organismen	Ökosysteme als Funktionseinheiten mit emergenten Eigenschaften	Organismen als evoluiende Einheiten <i>in</i> Systemen mit emergenten Eigenschaften

Die Bedeutungen des Evolutionsbegriffs und der Evolutionstheorie für den Naturschutz sind in Tab. 9 zusammengefaßt. Bislang nicht diskutiert wurde die Bedrohung evolutiver Prozesse (Kap. 5), die Idee von Evolutionsprozessen als zu sicherndem Schutzgut und übergeordnetem Schutzziel in der Naturschutzethik. Ob und inwiefern mit dem Evolutionsbegriff ein neuer »Mythos« in den Naturschutz und die Naturethik einzieht, wird ab Kap. 6 untersucht.

Teil II

Evolution – Naturschutzpolitik – Naturethik

Ideengeschichtliche und metaethische Analyse

Der folgende zweite Teil enthält begriffs- und ideengeschichtliche Rekonstruktionen, die erläutern, auf welche Weise und aus welchen Diskursen der Evolutionsgedanke in das Begriffsrepertoire und die Theorie des Naturschutzes eingegangen ist. Dabei will ich herausarbeiten, welche wissenschaftlich-theoretischen Vorstellungen über natürliche Evolutionsprozesse mit welchen Naturbildern und welchen Denkstilelementen aus der Ethik verknüpft sind, und so eine erste metaethische Analyse des Evolutionsbegriffs für den Naturschutz vorlegen.

Die Aufnahme evolutionstheoretischer Erwägungen in den Naturschutz und – damit verknüpft, aber nicht deckungsgleich – die Idee, daß ökologische Systeme sich stets auch unvorhersehbar verändern, entstammen unterschiedlichen Diskussionssträngen.

- In der Ökologie erfuhr die Diversitäts-Stabilitäts-Hypothese – das Postulat eines kausalen Zusammenhangs von Artenreichtum und Stabilität in Ökosystemen – erhebliche Zweifel und konnte zumindest nicht mehr allgemein aufrechterhalten werden; manche Autoren bezeichneten sie sogar als endgültig gescheitert. Die Gründe dafür liegen in empirischen Zuschreibungsproblemen, begrifflichen Unklarheiten und gescheiterten Anwendungen im Naturschutz ebenso wie in der Analyse mathematischer Modelle zum Verhalten von »gestörten« Systemen und Systemen in Nicht-Gleichgewichtszuständen. Diversität und Stabilität im Sinne eindeutig mathematisierbarer Konzepte gingen als sichere Fixpunkte und Kriterien zur Charakterisierung ökologischer Systeme verloren. Damit geriet der Aspekt kontingenter, »historisch bedingter« Zustände und Veränderungen ökologischer Systeme

wieder in den Blick. Die Suche nach der einen vereinheitlichenden *Theorie* der Ökologie für die Anwendung im Naturschutz schien allein als Verknüpfung mit evolutionstheoretischen Erwägungen erfolgversprechend zu sein (siehe Kap. 3 und 4).

- Die Sorge um eine weltweite Sortenverarmung, den Verlust genetischer Vielfalt («genetische Erosion») und damit der Variabilität als einer der Voraussetzungen des evolutiven Prozesses bildeten unter Bezugnahme auf Populations- und Kulturpflanzengenetik einen Hauptausgangspunkt der internationalen Biodiversitäts-Diskussion (Kap. 5 und 6).
- Die zunehmende Zahl bedrohter oder ausgestorbener Arten wurde in den letzten zwei Jahrzehnten auch zum Thema wissenschaftlicher Theorien. Artenverlust scheint nicht nur analog zu den bisherigen großen Aussterbeereignissen der Erdgeschichte zu sein, sondern nun die Evolution als Ganze zu bedrohen (Kap. 5).
- Aus dem Bereich übergreifender Weltentwürfe, Natur- und Weltbilder stammen Aussagen über das ontologische Wesen der Evolution, die sich auf die genannten Veränderungen in der naturwissenschaftlichen Diskussion beziehen. Im Blick auf die Umweltkrise und naturethische Entwürfe erhält die dezidiert antiteleologische naturwissenschaftliche Naturkonzeption mittels einer bestimmten Interpretation des Evolutionsbegriffs teleologische Elemente. Insofern wird die in der antiken Philosophie aufgeworfene Frage nach einer Teleologie (in) der Natur erneut verhandelt. Mit Bezug auf Evolution in einem über die Naturwissenschaft hinausweisenden Sinne entstehen säkularisierte Versionen des ursprünglich christlichen Motivs einer »Verantwortung für die Schöpfung« (Kap. 7.2), Ideen einer evolutionär erworbenen emotionalen Zuneigung zur Natur («biophilia»; Kap. 7.4) sowie einer ökologisch-evolutionsbiologisch inspirierten »land ethic« (Kap. 7.5).

Vorausgeschickt sei, daß diese Entwicklungen nie scharf voneinander abgegrenzt waren, daß aber der Schlüssel zu ihrer konzeptionellen Verknüpfung und umweltpolitischen Wirksamkeit im Evolutions- und Biodiversitätsbegriff liegt. Anhand dessen läßt sich auch die aktuelle Diskussionslage zum Thema Evolution, Naturschutz und Ethik charakterisieren, wie sie zum Schluß dieses Teils in Thesenform formuliert ist.

5 »Verantwortung für die Evolution«: Die Verknüpfung von Evolutionsbiologie, Genetik, Naturschutz und Ethik

Der Versuch, die Evolutionsbiologie und gleichzeitig »evolutionäre Verantwortung« im Sinne der Verantwortung *für* die Evolution in den Naturschutz einzubeziehen, stammt aus einer verantwortungsethisch inspirierten Kombination von Populations- und Kulturpflanzengenetik. Im folgenden wird zunächst die Bedeutung der Variabilität in der Evolutionsbiologie, vor allem in der Populationsgenetik herausgestellt. Die heute wohl unbezweifelte Notwendigkeit einer Erhaltung genetischer Vielfalt hat dort ihre Wurzeln.

5.1 Die Bedeutung von Variabilität und Vielfalt im Werk Darwins und in der Populationsgenetik

Die Evolutionsbiologie kann generell als der Versuch dargestellt werden, das Phänomen lebendiger Vielfalt wissenschaftlich zu analysieren. Die Erklärung der Mannigfaltigkeit der lebenden und fossilen Formen ist zentrales Thema in Charles Darwins Evolutionstheorie (Darwin 1988/¹1859). Vielfalt bezieht sich also auf synchrone und historische Mannigfaltigkeit von Varietäten, Rassen, Arten und den höheren taxonomischen Einheiten.

Der Begriff der Variabilität ist dagegen anders bestimmt. Er bezeichnet die stets vorhandenen geringen Unterschiede zwischen Eltern und Nachkommen, also ein Resultat der Fortpflanzung, das die oben genannten Phänomene der Mannigfaltigkeit letztlich ermöglicht. Variabilität war ein empirischer Befund, den Darwin insbesondere anhand der Haustierzucht detailliert aufwies.

»Diese individuellen Verschiedenheiten sind nun gerade von der grössten Bedeutung für uns, weil sie oft vererbt werden, wie schon Jedermann zu beobachten Gelegenheit gehabt haben muss.« (Darwin 1920:63)

Über die Ursachen dieser Variabilität allerdings finden sich bei Darwin nur undeutliche Vermutungen, in späteren Auflagen des »Origin of species« bezweifelte er sogar die Allgegenwärtigkeit umweltunabhängiger Variabilität:

»Veränderte Lebensbedingungen sind von höchster Bedeutung als Ursache der Variabilität, [...]. Es ist nicht wahrscheinlich, dass Veränderlichkeit als eine inhärente und nothwendige Eigenschaft allen organischen Wesen unter allen Umständen zukomme. [...] Die Variabilität wird durch viele unbekannte Gesetze geregelt, von denen wahrscheinlich das der Correlation des Wachstums das bedeutungsvollste ist.« (ebd.:61)

Trotz der Einschränkungen durch Darwin selbst gilt *erbliche* Variation in der Formulierung »Descendenz mit Modifikation« (ebd.:188) seit Darwin neben der natürlichen Selektion als zweiter fundamentaler Prozess der Evolution.

Die systematische Beschäftigung mit den Regeln der erblichen Variabilität in der Evolutionsbiologie erfolgte insbesondere nach der Entdeckung der Mendelschen Gesetze durch Correns, Tschermack und de Vries (Jahn *et al.* 1982, Ewig 1990). In der Folge der Begründung der Genetik durch Muller und andere entwickelte der aus der Sowjetunion stammende Populationsgenetiker Theodosius Dobzhansky in den USA die evolutionstheoretischen Aspekte der Populationsgenetik in systematischer Form. Das 1937 erstmals erschienene Buch »Genetics and the Origin of Species« ist als Grundlage der Synthetischen Theorie der Evolution eines der klassischen Werke der Evolutionsbiologie; es beginnt mit dem Kapitel »Organic Diversity – The extent of Diversity« und den Worten: »For centuries man has been interested in the diversity of living beings« (Dobzhansky 1982:3). Diversität wird auch hier allein als Arten- und Formenmannigfaltigkeit eingeführt. Das, was heute genetische Diversität genannt wird, heißt bei Dobzhansky »hereditary variation«.

Die erbliche genetische Unterschiedlichkeit in Populationen ist aber nicht unbegrenzt. Antagonistin der Variation ist die Selektion, die im Prinzip Populationen zur genetischen Homogenität zwingen würde. Allein das Ausmaß genetischer Variabilität sagt aber noch nicht viel über mögliche Populationsentwicklungen aus. Die entscheidenden Prozesse, welche die jeweilige Populationsdynamik bestimmen, sind schwankende Umweltgegebenheiten sowie – populationsgenetisch besonders interessant – zufällige Ereignisse und genetische Drift in kleinen Populationen.

Zugespißt läßt sich sagen, daß genetische Variabilität – analog der Variabilität für Darwin – Bedeutsamkeit erlangt, weil sie für die Evolution der Arten eine von mehreren notwendigen Ursachen im Erklärungsmodell ist, das nun mit populationsgenetischen Methoden auch empirisch zugänglich wird.

5.2 Die Vavilovschen Herkunftszentren der Kulturpflanzen und die Bedeutung der regionalen genetischen Vielfalt

Der sowjetische Pflanzengenetiker Nicolai Ivanovitsch Vavilov hat seit etwa 1915 die Ursprünge der genetischen und der Sortenvielfalt von Kulturpflanzen und deren Vorläufern untersucht. Er beschrieb bestimmte Weltregionen als Zentren, aus denen fast alle heutigen Kulturpflanzen stammen (Vavilov 1992). Diese später *Vavilovsche Zentren* genannten Gebiete sind Naturräume, die gleichzeitig Siedlungsgebiet alter Kulturen waren. Mannigfaltigkeitszentren besitzen nicht nur die wildlebenden Ausgangsarten von Kulturpflanzen, sondern auch einen Reichtum an verschiedensten im Anbau befindlichen Land- oder Lokalsorten. Harlan (1951) wies auf die interne räumliche Heterogenität der Zentren hin, die sich durch eine hohe Rate aktueller anthropogener Mikroevolutionsprozesse auszeichnen:

»The fundamental characteristic which is common to all centers is that evolution is proceeding at rapid pace now. As with all crop plants this evolutionary development is continually assisted or directed by the activity of men.« (Harlan 1951:101)

Die Sammelreisen der sowjetischen Genetiker unter Vavilov dienten von Anfang an dem Zweck, diese Vielfalt für weitere Züchtungszwecke zu nutzen. Historischer Anlaß der Bemühungen waren nicht zuletzt die landwirtschaftlichen Versorgungsprobleme des jungen sowjetischen Staates.

»The recent results of our research have revealed [...] enormous resources available and suitable for improving our present material and our present strains of plants.« (Vavilov 1992:370; ¹1937).

Seit Beginn der Forschungen verband sich mit genetischer Vielfalt ein *gesellschaftlich-ökonomischer* Wert, denn Kulturpflanzenvielfalt galt als zu nutzende Ressource (ausführliche Analyse bei Flitner 1995). Kulturpflanzen müssen aus erntetechnischen Gründen möglichst homogen sein; bestimmte gewünschte Eigenschaften kommen nur in Inzuchtstämmen zur Ausprägung. In diesem Sinne sind Anbauformen also genau das Gegenteil von genetisch divers. Doch um neue Sorten zu entwickeln – die Nutzungsdauer von Kultursorten beträgt heute 20 bis 30 Jahre – oder zu verbessern, muß die Züchtung stets auf vielfältiges Ausgangsmaterial zurückgreifen können, nicht zuletzt, um den gewünschten Heterosiseffekt erreichen zu können. Diese heute weitverbreitete Erkenntnis wurde in ihren wissenschaftlichen Grundlagen von Vavilov und weiteren russischen/sowjetischen Botanikern entwickelt.

Die Bedeutung alter Kultursorten und damit auch die Vavilovschen Zentren der Vielfalt erfuhren seit etwa 1970 wieder vermehrte Aufmerksamkeit. Die in den Vavilovschen Zentren vorhandene Sortenvielfalt erschien als zunehmend bedrohte und daher schützenswerte genetische Ressource. Ursache der Bedrohung waren die Folgen der seit 1940 von den USA ausgehenden Industrialisierung der Landwirtschaft und der weltweiten »Grünen Revolution« seit etwa 1960 (Clunies-Ross & Hildyard 1992). Mit der Kritik am weltweiten Einsatz einiger weniger Hochleistungssorten vor allem bei Getreide, dem massiven Einsatz von Pestiziden, der Zerstörung der kleinbäuerlichen Landwirtschaft und damit zusammenhängender Versorgungsprobleme in vielen Ländern Afrikas, Asiens und Südamerikas entdeckten entwicklungspolitische Gruppen und Entwicklungshilfeorganisationen Vavilov sozusagen für sich neu (z.B. Mooney & Fowler 1991). Auch in den Ländern des Nordens gibt es seit vielen Jahren eine Debatte um das Verschwinden lokal angepaßter Sorten, in jüngerer Zeit nicht zuletzt als Reaktion auf die Bedingungen des EU-Agrarmarktes.

Entscheidend für meinen Argumentationsgang ist die Tatsache, daß genetische Vielfalt insbesondere in bezug auf landwirtschaftliche Sortenvielfalt und deren Nutzung betrachtet wurde. Hinzu kam in den letzten Jahren ein verstärktes Interesse an Organismen bzw. daraus isolierten Genen, deren Genprodukte bei der Gewinnung von Naturstoffen für Pharmaka und Lebensmittelzusatzstoffe verwendet werden (Wilson 1991, 1992a; Reid *et al.* 1993).

Für die weitere Analyse sei außerdem festgehalten, daß in der Populationsgenetik, die der Modernen Synthese der Evolutionstheorie zugrundeliegt, genetische Variabilität als zentraler Mechanismus der Evolution eher *prozessual* verstanden wird. Im Gegensatz dazu sieht die Kulturpflanzen-genetik genetische Vielfalt als zu nutzenden und zum Teil bereits seit längerer Zeit als bedroht erkannten *Bestand* von Ressourcen.

5.3 Frankels Synthese ökonomischer, ökologischer und ethischer Begründungen zum Schutz genetischer Vielfalt und evolutiver Potentiale

Der australische Pflanzengenetiker und Pflanzenzüchter Otto Herzfeld Frankel (1970) präsentierte erstmals eine Zusammenschau erstens des auf Vavilov zurückgehenden Nutzungsaspekts genetischer Variabilität, zweitens

des prozessualen evolutionsgenetischen Aspekts, und drittens der allgemeinen Forderung zum Schutz genetischer Variabilität. Besonders bemerkenswert ist der Versuch einer Verknüpfung mit generellen Anliegen des Umwelt- und Naturschutzes sowie mit der Idee einer Verantwortung des Menschen für die Evolution.

In seinem programmatischen Beitrag »Variation – the Essence of Life« (Frankel 1970) beschreibt er den als Problem erkannten Verlust an Vielfalt bei Kulturpflanzen. Die Erhaltung genetischer Vielfalt sei notwendig im Hinblick auf menschliche Interessen. Gleichzeitig aber gelte es, der Verantwortung des Menschen für den Fortgang der natürlichen Evolution gerecht zu werden.

»No longer can we claim evolutionary innocence. We are still subject to evolutionary processes [...] but we are also major operators. We are *not* the equivalent of an ice age or a rise in the sea level: we are capable of prediction and control. We *have acquired evolutionary responsibility*« (Frankel 1970:168; Hervorh. i.O.).

1974 spricht Frankel auf dem 13. Internationalen Kongress für Genetik im Rahmen eines Symposiums Genetik und Gesellschaft zum Thema »Genetic conservation: our evolutionary responsibility«. Er nennt drei Konsequenzen seines Ansatzes (Frankel 1974):

- Der Bezugshorizont des Naturschutzes muß auf evolutionäre Zeiträume ausgedehnt werden: auf weit mehr als 10.000 Jahre, also quasi für immer (»for ever time scale of concern«).
- Gefordert wird die Ausweisung großer Schutzgebiete als Grundlage für große Populationen, um dort möglichst nicht-anthropogen beeinflusste Evolution zuzulassen. Aber gleichzeitig seien weitere Parks und Schutzgebiete mit dem Charakter einer Naturerlebnismöglichkeit für Menschen nötig. Diese ästhetischen und pädagogischen Zwecke werden als gleichrangig zu den erstgenannten erachtet, denn Frankel fordert sowohl »Evolutionsschutzgebiete« als auch »Natur-Erlebnisparks«.
- Frankel betont die Notwendigkeit einer neuen Ethik (»new bioethic«), um die Schutzwürdigkeit aller Arten zu vermitteln. Dabei nimmt er einen vom Menschen der Natur zugeschriebenen inhärenten Wert (zur Terminologie siehe Tab. 10) des Fortgangs von Evolutionsprozessen an, welcher über bloße Nutzungsaspekte hinausgeht. Gleichzeitig setzt sich Frankel aber mit Bezug auf John Passmore (1980/¹1974) von physiozentrischen Begründungen deutlich ab, die einen moralischen Selbstwert (intrinsischen Wert) aller Arten oder die Heiligkeit der Natur als Ganzer unabhängig von men-

schlicher Wertzuschreibung postulieren. Für Frankel kommen vielmehr die Interessen zukünftiger Generationen von Menschen ins Spiel, die auch noch die Möglichkeiten haben sollen zu entscheiden, ob und wie sie die Evolution beeinflussen, beeinträchtigen oder steuern wollen.

Nach Frankels Auffassung genügt es nicht, nur eine bestimmte überlebensnotwendige Mindestzahl von Arten zu erhalten, sondern aufgrund ihres intrinsischen Wertes sollten alle Arten Schutz genießen. Es gibt einen Unterschied zwischen Nutzungs- und Schutzaspekt, denn genetische Ressourcen von Kulturpflanzen und -tieren sind aufgrund ihres (potentiellen) Nutzens erhaltenswert. Davon zu unterscheiden und eher komplementär ist Naturschutz im engeren Sinne:

»The reason for nature conservation, as we see it, is diametrically different. Its essence is for some forms of life to remain in existence in their natural state, to continue to evolve as have their ancestors before them throughout evolutionary time« (Frankel & Soulé 1981).

Um Mißverständnissen vorzubeugen sei betont, daß es schon vor Frankel Bestrebungen zur Ausweisung von Schutzgebieten möglichst ohne menschliche Einflüsse gab, beispielweise in den USA seit Mitte des 19. Jahrhunderts (Henke 1990). Ebenso wurde seit Vavilov die Bedeutung der Variabilität und Sortenvielfalt für die züchterische Weiterentwicklung gewürdigt (vgl. Flitner 1995). Neu bei Frankel ist jedoch die Verbindung von Naturschutzforderungen mit evolutionsbiologischen und ethischen Erwägungen zur Verantwortung für die Evolutionsprozesse. Frankel operiert ohne den später geprägten Terminus Biodiversität; die entsprechenden Begriffe lauteten »genetic variation« oder »diversity«, letztere umfaßt die Artenvielfalt. Ein weiteres Novum sind die systematischen wertethischen Erwägungen im naturwissenschaftlichen Kontext der Evolution und des Naturschutzes.

Tab. 10: Begriffsklärungen und Systematik zentraler Termini der Naturethik (verändert nach Hampicke 1993, Krebs 1997, Ott 1997; Alle Begriffe weisen in der Literatur extrem uneinheitliche Bedeutungen auf: Zuweilen werden »intrinsisch« und »inhärent« genau gegenteilig verwandt. Fast immer werden sämtliche nicht-anthropozentrischen Ethiken unter der unzutreffenden Rubrik »Biozentrik« statt »Physiozentrik« zusammengefaßt.

instrumenteller Wert = Nutzwert: Der Wert eines Objekts bemißt sich an seiner Eignung als Mittel (Instrument) für einen bestimmten Zweck. Beispiel: Blütenpflanzen mit Nektarproduktion sind wertvolle (nützliche) Nahrungsquellen für blütenbesuchende Tiere.

nicht-instrumenteller Wert: Ein Objekt besitzt auch jenseits instrumenteller Nützlichkeit einen Wert. Dabei wird zwischen intrinsischen und inhärenten Werten unterschieden:

a) intrinsischer Wert = Selbstwert: Ein Objekt besitzt einen Wert unabhängig davon, ob Menschen ihm einen solchen zuschreiben wollen (Eigenwert s.str., Wert an sich). Für alle Menschen besteht eine Pflicht zur Achtung dieses Werts gegenüber dem Objekt selbst. Beispiel: Jede Art von Blütenpflanzen ist in sich wertvoll, egal ob sie Nektar oder andere Nahrung liefert und unabhängig davon, ob irgendein Mensch sie wertschätzt.

b) inhärenter Wert = Eigenwert: Ein Objekt besitzt einen Wert über den instrumentellen Wert hinaus, der ihm allerdings von Menschen zugeschrieben werden muß. Die Wertschätzung ist zwar vom Menschen, nicht aber von dessen Zwecksetzung abhängig. Es handelt sich um Pflichten gegenüber menschlichen Personen in Ansehung von bestimmten natürlichen Objekten. Beispiel: Alle Blütenpflanzenarten werden von vielen Menschen als inhärent wertvoll geschätzt, und diese bemühen sich um die Erhaltung jener. Für die Person, die keinen solchen inhärenten Wert annimmt, besteht jedoch eine Pflicht zur Achtung dieses Werts gegenüber den wertschätzenden anderen Menschen.

Anthropozentrik: Allein Menschen sind Träger intrinsischer Werte; nichtmenschlichen Objekten in der Natur und der Kultur kommen allein instrumentelle und/oder Eigenwerte (inhärente Werte) zu.

Physiozentrik/Physiozentrismus: Oberbegriff aller nicht-anthropozentrischen Ethiken, in denen auch nicht-menschliche Objekte Selbstwerte (intrinsische Werte) besitzen. Je nach Objekt oder Zuschreibungskriterium sind dabei Pathozentrik, Biozentrik bzw. ökozentrische/holistische Ethiken gemeint, wobei alle leidensfähigen Wesen, alle Lebewesen, bzw. auch Objekte mit unbelebten Komponenten (Ökosysteme, Landschaften, Felsen) intrinsisch wertvoll sind.

5.4 Artensterben und Umweltkrise als Ende der Evolution?

»Perhaps it is true that nothing can so persuade one of the existence, the reality, of an entity more than its imminent demise.« (Eldredge 1994:179)

Im Bereich des klassischen Arten- und Reservatschutzes, der erst in zweiter Linie die Nutzung der genetischen Ressourcen thematisiert, stellt naturgemäß der unmittelbare Verlust von Arten und Lebensgemeinschaften das Hauptthema dar. Norman Myers (1979) hat mit seinem Buch »The Sinking Ark – A New Look at the Problem of Disappearing Species« eine breite wissenschaftliche und naturschutzpolitische Debatte angestoßen.

Etwa 1,4 Millionen Spezies sind mit der auf Linné zurückgehenden binären Nomenklatur wissenschaftlich beschrieben worden. Der geschätzte tatsächliche Bestand liegt bei weltweit etwa 10-30 Millionen Tier- und Pflanzenarten, wobei Extremwerte von 5 bzw. 80 Millionen genannt werden (Erwin 1991a, Wilson 1992b, Lawton & May 1995). Weitgehend unberücksichtigt bleiben dabei die Mikroorganismen und die meisten Pilze, deren Artenzahl zur Zeit kaum vernünftig abschätzbar ist. Dies liegt insbesondere daran, daß der zugrundezulegende biologische Artbegriff auf sie nicht anwendbar ist, weil sie sich zumeist nicht bisexuell fortpflanzen und weil häufig horizontaler Genaustausch unabhängig von der Fortpflanzung vorkommt (Amabile-Cuevas & Chicurel 1993).

Derzeit stirbt als Resultat der Zerstörung von Lebensräumen – vor allem der tropischen Wälder – jeden Tag, nach anderen Schätzungen jede Stunde oder gar Minute, eine Art aus (Myers 1979). Den pessimistischen Schätzungen zufolge würden innerhalb von 20 Jahren über 10 Millionen Arten verschwinden, also bis zum Jahre 2000 oder kurz danach die Hälfte aller Tier- und Pflanzenarten der Welt (Ehrlich & Ehrlich 1981). Entspricht dieser heutige Prozeß früheren Phasen des massenhaften Aussterbens, die aus der Stammesgeschichte bekannt sind?

Im Laufe der Erdgeschichte hat es mehrere große Aussterbeereignisse gegeben. Unter den etwa 15 Ereignissen, die gleichzeitig Grenzen erdgeschichtlicher Perioden markieren, sind fünf Phasen besonders umfangreicher Massenaussterben herausgehoben, in denen schätzungsweise mehr als jeweils dreiviertel aller Arten zum Opfer fielen (Raup 1992, Jablonski 1995, Ward 1995). Die Ursachen sind im Detail umstritten, zumeist dürften wohl Klimaschwankungen, Vulkanismus und Meteoriteneinschläge zusammenspielen.

An solche Aussterbeereignisse schlossen sich Phasen mit vermehrter Neubildung von Arten (Diversifikation) innerhalb vieler Organismengruppen an. Allerdings waren dies meist andere Taxa als die dezimierten, sofern diese nicht ohnehin ausgestorben waren. Mitte des 19. Jahrhunderts beschrieb der Geologe John Phillips (1860; vgl. Rudwick 1972), daß die absolute Zahl neuer Arten die der jeweils vorhergehenden Phase übertraf. Dieser Befund ist in der Tendenz auch unter Berücksichtigung der Lückenhaftigkeit und methodischer Probleme der Interpretation des fossilen Bestandes gültig (May *et al.* 1995, Ward 1995).

Zahlreiche Autoren – als wichtige Protagonisten seien Myers (1979) und Ehrlich & Wilson (1991) genannt – beschreiben die heutige Zeit als neue Phase eines Massenaussterbens von erdgeschichtlicher Dimension. Ward (1995) vergleicht die gegenwärtige Situation insbesondere mit dem Ende der Kreidezeit, in dem Ammoniten und Dinosaurier ausstarben. Er betont, daß das jetzige große Artensterben nicht erst mit der industriellen Revolution eingesetzt habe, sondern bereits mit jeder Besiedlung »unberührter« Lebensräume durch den Menschen, die vor 10.000 Jahren einsetzte. Diese Angaben beziehen sich auf die Ausrottung großer Weidegänger und Beutegreifer in Europa (May 1993), Nord- und Südamerika, sowie ein Aussterben zahlreicher großer Vogelarten auf Inselgruppen des Pazifik oder auf Madagaskar vor etwa 1-3.000 Jahren (Pimm *et al.* 1995). Doch Ward geht noch einen Schritt weiter zurück. Der Beginn der heutigen Aussterbephase liege bereits am Anfang des Pleistozän vor 2,5 Millionen Jahren, denn jede große Aussterbephase habe mit Klima- und Meeresspiegelschwankungen unterschiedlicher, oft unbekannter Ursache begonnen. Entscheidend sei stets eine Kombination mehrerer Ereignisse. Am Ende der Kreidezeit kamen mindestens zwei entscheidende Hauptursachen in einem Faktorengemisch hinzu: Durch Vulkanismus gelangten Kohlendioxid und Schwefelverbindungen in die Atmosphäre und lösten einen Treibhauseffekt aus. Als Folge dessen wurden vor allem die Meeresorganismen aber auch die globalen Meeresströmungen beeinflusst. Erst danach führte ein Asteroideneinschlag zur endgültigen Katastrophe, deren Schwere aber nur durch die vorangegangenen Ereignisse erklärbar ist. In unserer Zeit nun, so Ward, sind anthropogene Treibhausgasbelastungen, Klima- und Meeresspiegelschwankungen zu berücksichtigen (vgl. Beste 1996), die zu den direkten Ausrottungen durch Lebensraumzerstörung hinzukommen.

Mit der Analogie zur Situation am Ende der Kreidezeit beabsichtigen Ehrlich & Ehrlich (1981) und Ward (1995) eine ernste Warnung an die Mensch-

heit, die dabei sei, eine erneute Krise oder gar das Ende der Evolution bewirken zu können, wenn nicht umweltpolitisch umgesteuert würde. Bleibt die Zerstörungsrate der Lebensräume weiterhin so hoch, könnten auch die übriggebliebenen Spezies sich aufgrund der raschen globalen anthropogenen Veränderungen nicht mehr lange aufrechterhalten (Wilson 1992b, Ward 1995). Allerdings sind die numerischen Werte der Aussterberaten ebenso wie die Analogie zu erdgeschichtlichen Massensterben umstritten – zum einen aufgrund methodisch begründeter Unsicherheit der Annahmen und aufgrund von Interpretationsschwierigkeiten, zum anderen gerade wegen ihrer umweltpolitischen Brisanz (Lugo 1992, Raup 1992).

Zunächst seien die inhaltlichen Einwände erwähnt. In einer Analyse der methodischen Grundlage paläontologischer Daten kommt Jablonski (1995) zu dem Schluß, daß die heutige Zeit nicht mit den großen Aussterbephasen gleichgesetzt werden könne. Die ausführlichsten paläontologischen Daten stammen von marinen Taxa, während heute vor allem Organismen des tropischen Regenwalds Gegenstand der Analysen sind. Weiterhin scheint nicht so sehr die absolute Zahl ausgestorbener Arten, sondern die Rate ausgestorbener Arten im jeweiligen Taxon entscheidend. Die Ereignisse massenhaften Aussterbens (»mass extinctions«) sind nach Raup (1992), Jablonski (1995) und Ward (1995) nicht wegen ihrer großen Zahl verschwundener Arten so bedeutsam, sondern aufgrund des spezifischen Ausfalls ganzer Organismengruppen und damit verbundener Änderungen der Selektionsbedingungen für andere taxonomische Gruppen. Dies zeigt der paläontologische Befund mit der Sequenz unterschiedlicher Taxa, die einander jeweils als Riffbildner an den Meeresküsten ablösten. Auch die Diversifikation der Säugetiere und in deren Konsequenz die Entstehung der Hominiden und damit des Menschen sei ohne das Massenaussterben Ende der Kreidezeit wohl nicht geschehen.

Unbestritten ist, daß sowohl paläontologisch als auch rezent zwischen Artengruppen erhebliche Unterschiede in der Charakteristik des Aussterbens vorliegen, die weder einfache Generalisierungen noch simple Übertragungen erlauben. Im Gegensatz zum schlagartigen Aussterben bestimmter Artengruppen scheinen heute lokal jeweils zahllose Arten, nicht aber ganze Familien oder andere höherrangige Taxa zu verschwinden.

Nicht vergessen werden sollte, daß in der Evolution 90 % aller Arten *nicht* im Rahmen der großen fünf Ereignisse ausstarben, sondern während normaler Phasen (»background extinctions«). Solche Raten sind vergleichsweise erstaunlich uniform (Van Valen 1973), so daß man für marine Wirbellose

einen Wert von 5-10 Mio Jahren mittlerer Lebensdauer angibt; für Insekten werden 10-12 Mio, für Säugetiere 1-2 Mio Jahre genannt. Auf Grundlage dieser Zahlen diskutieren May *et al.* (1995) den Vergleich mit heutigen Aussterberaten. Da unterschiedliche Schätzmethode des aktuellen Artenschwunds ähnliche Zahlen liefern, kommen die Autoren – trotz gebotener Vorsicht aufgrund zahlreicher ungesicherter zugrundeliegender Annahmen – zum Schluß, daß die derzeitigen Aussterberaten von Vögeln, Säugern, Blütenpflanzen und Insekten jeweils um Größenordnungen höher als die »background extinction rates« liegen. Offen bleibt, ob dies trotz der oben genannten Einwände zureichend für die Charakterisierung als erdgeschichtliches Massensterben ist.

Grundsätzliche methodische Schwierigkeiten zur Abschätzung des rezenten Artenverlustes thematisiert Lugo (1992). Häufig werden nicht nur reale Aussterbeereignisse auf Inseln verallgemeinert, sondern die Theorie der Inselbiogeographie (MacArthur & Wilson 1967) wird für Prognosen aktueller Aussterberaten ganzer Kontinente oder bestimmter Areale angewandt. Dazu fehlen aber im Prinzip drei entscheidende Voraussetzungen: erstens die nötigen Daten zum genauen Ausmaß des Habitatverlustes, zweitens Angaben zur jeweils artspezifischen Form der Arealabhängigkeit und drittens zur absoluten Zahl von Arten im Gebiet. Alle Autoren sind hinsichtlich der methodischen Probleme inzwischen einig und fordern weitergehende differenzierte und detaillierte Studien (vgl. Lawton & May 1995). Gerade in den bedrohten tropischen Regenwäldern sind diese Grundlagen nicht in einem Ausmaß verfügbar, daß zuverlässige Prognosen möglich wären. Empirische Befunde aus Costa Rica von Lugo (1992) und Daily & Ehrlich (1996) deuten darauf hin, daß aufgrund der Regenerations- und Wiederbesiedlungsfähigkeit die Rodung tropischen Waldes nicht immer unmittelbar katastrophale Folgen für den Tierartenreichtum haben muß. Andererseits konnten Laurance *et al.* (1997) zeigen, daß nicht nur große Kahlschläge, sondern bereits Fragmentierung einen erheblichen Biomasseverlust durch sekundäre Schädigung der Randzonen mit sich bringt. Je nach raumzeitlicher Orientierung und abhängig von den untersuchten Organismen oder stofflichen Parametern dürfte sich ein komplexes und möglicherweise uneinheitliches Bild des Aussterbens und der zugrundeliegenden Prozesse ergeben.

Trotz aller Detailstreitigkeiten besteht Einigkeit darüber, daß der Artenverlust numehr in aktuell-ökologischer *und* evolutionärer Perspektive unzweifelhaft bedrohliche Ausmaße erreicht hat und daß somit dringende Maßnahmen

zum Arten- und Biotopschutz erforderlich sind. Weniger der Dissens über einzelne Zahlen und Raten als vielmehr die Einschätzung der politisch-strategischen Funktionen wissenschaftlicher Argumente sowie allgemeinere naturphilosophische Interpretationen und umweltethische Perspektiven prägen die Diskussion um die Frage, ob und in welcher Weise »die Evolution« bedroht ist. Beispielsweise warnte Mann (1991) die Naturschutzforschenden in der Zeitschrift »Science« vor Übertreibungen und Unseriösität, die das Vertrauen in die Wissenschaft ebenso wie den politischen Erfolg der Umweltpolitik gefährden würden. Ebenso wie in der im Kap. 3 geschilderten Auseinandersetzung um die Diversitäts-Stabilität-Hypothese wurde die Gültigkeit bestimmter ökologischer Theorien in engem Konnex mit anwendungsorientierten Problemen und politischen Fragen debattiert. In diesem Falle, kritisiert Mann (1991) unter Berufung der Daten von Lugo (1992; Orig. 1988) Behauptungen über die schnelle Verwüstung der tropischen Vielfalt und Beschwörungen eines Endes der Evolution. Solche Katastrophenszenarien seien wissenschaftlich unseriös und *daher* letztlich politisch kontraproduktiv.

Bedenkenswert sind die unterschiedlichen Zeitskalen der Betrachtung (Raup 1992). »Erholungen« der Artenzahlen nach Aussterbekatastrophen mögen mit 5 bis 10 Millionen Jahren geologisch betrachtet zwar schnell sein, in ökologischer Zeit und aus der Planungs- und Handlungsperspektive der Menschheit sind diese gewaltigen Zeiträume kaum vorstellbar und nicht akzeptabel als mögliche reale Regenerationszeiten. Schlichtweg zynisch ist die – sachlich nicht unrichtige – Behauptung, daß die Phasen massenhaften Aussterbens in großem Ausmaß neue Optionen für andere Taxa zur vermehrten Artbildung und Übernahme ökologischer Schlüsselfunktionen bereitstellt.

Auch bei solchen Erwägungen bleibt allerdings ein fundamentales wissenschaftstheoretisches Problem des Konflikts zwischen Forschung und Anwendungsrelevanz noch unerwähnt: Wenn es allein um die Entwicklung wissenschaftlicher Theorien ginge, wären generalisierende und kühne Hypothesen zum Verhältnis von Artenzahl und Artensterben durchaus willkommen, um den Fortschritt ökologischer und evolutionsbiologischer Kenntnis zu befördern. Im Anwendungskontext und in der Umweltpolitik ist aber das Gegenteil gefragt – möglichst sichere Prognosen. Die Verlässlichkeit von Prognosen und Szenarien ist nicht nur Voraussetzung für Handlungskonzepte, sondern gibt dem Naturschutz die politisch notwendige Kompetenz. Auf der anderen Seite ist aber nicht von der Hand zu weisen, daß oft nur dramatische

und in diesem Sinne überzeichnete Appelle überhaupt politisches Handeln auslösen. Insofern besteht eine Aporie: einerseits ist die Notwendigkeit weiterer Forschungen und der Vorsicht bei Generalisierungen unumstritten, andererseits müssen Entscheidungen unter Unsicherheit und Zeitdruck gefällt werden, die dem Verdikt der ungenügenden wissenschaftlichen Fundierung unterworfen sind.

Bezüglich der Frage nach einer Bedrohung der Evolution hat sich die wissenschaftliche Debatte in zwei Richtungen weiterbewegt. Zum einen wurden und werden, wie oben angedeutet, die Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Aussterbeereignissen detaillierter und differenzierter dargestellt (vgl. Lawton & May 1995). Des weiteren geht es um genauere Zuordnungen einzelner Arten oder Lebensgemeinschaften zu ökosystemaren Funktionen (vgl. Schulze & Mooney 1993) oder evolutionär-taxonomischen Besonderheiten (vgl. Forey *et al.* 1994, Jablonski 1995). Diese praktischen Fragen um die funktionelle Bedeutung von Arten, taxonomischer und genetischer Diversität im Naturschutz greife ich im Kap. 10 auf. Der zweite Weg lief in die Gegenrichtung der Spezifikation, indem die komplexen Zusammenhänge und komplizierten Fachdiskussionen auf einen gemeinsamen begrifflichen Nenner gebracht wurden: Biodiversität.

6 Biodiversität und Evolution

Mit der »United Nations Conference for Environment & Development« (UNCED) in Rio de Janeiro/Brasilien im Juni 1992 hat der Begriff »Biodiversität« weltweite Aufmerksamkeit erfahren. Für das englische Wort »biodiversity« werden im Deutschen »Biologische Vielfalt« und »Bio - diversität« synonym verwandt (Blab *et al.* 1995). Unterschiedlichste Personen und Gruppen haben sich die Erhaltung der Biodiversität auf ihre Fahnen geschrieben (vgl. Weizsäcker 1994): WissenschaftlerInnen aus Taxonomie, Systematik, Ökologie und Evolutionsbiologie sowie Pflanzengenetik und neuerdings auch Molekularbiologie (Moore *et al.* 1992, Kellenberger 1994); des weiteren Umwelt- und Naturschutzverbände, Chemiekonzerne, wissenschaftliche Ökonomie, Saatgutbetriebe, Gruppen zur Förderung regionaler Landwirtschaft, Entwicklungs- und Schwellenländer ebenso wie Industriestaaten des Nordens und die Vereinten Nationen. Es besteht in Form der Biodiversitätskonvention Konsens darüber, daß Biodiversität einen Wert darstellt und daß sie zu erhalten und zu schützen ist.

Anknüpfend an die Vorgeschichte, die zur Formulierung der »Verantwortung für die Evolution« durch Frankel (1970) reicht, will ich darstellen, woher der Begriff der Biodiversität stammt und wie er mit naturwissenschaftlichen Konzepten, insbesondere mit dem Evolutionsgedanken verknüpft ist, denn inzwischen geht es bei der Diskussion um Biodiversität maßgeblich auch darum, evolutionäre Prozesse zu schützen. In diesem Zusammenhang sollen historische und metatheoretische und ethische Facetten der Implikationen des Biodiversitätskonzepts erörtert werden.

6.1 Kurze Begriffsgeschichte: Biodiversität als umweltpolitisches Kunstwort

Der Begriff der Vielfalt bezog sich in der Evolutionstheorie lange allein auf *Lebewesen*; und Mannigfaltigkeit bedeutet Vielfalt auf der Ebene von Arten und anderen taxonomischen Einheiten. In der Ökologie entstanden seit den 1940er Jahren verschiedenste Konzepte und Berechnungsindices für diese Diversität (siehe Kap. 3.1), die als Werkzeug dienen, um die Struktur der Artenvielfalt beschreiben und ihre Dynamik analysieren zu können. Bis Mitte der 1970er Jahre besaß »Biologische Vielfalt« in der gesamten Biologie diese Bedeutung. Auch die im Titel des evolutionsbiologischen Standardlehrbuchs »*Evolution and the Diversity of Life*« (Mayr 1979) genannte Diversität meint Artenvielfalt als Produkt der Evolution. Es gab keinen übergeordneten eigenen Begriff für eine Vielfalt, der sich auf mehrere oder alle Ebenen des Lebendigen bezieht.

Im Mai 1974 erschien in der Zeitschrift »*Science*« unter der Überschrift »*Scientists talk of the need for conservation and an ethic of biotic diversity to slow species extinction*« der Bericht über eine Tagung der Smithsonian Institution und des World Wildlife Fund. Im Text finden sich die Termini »*biotic resources*« und »*ethic of biotic diversity*« ohne weitere Erläuterung (Anonymus 1974). Bereits 1981 veranstaltete die US-Administration eine »*Conference on Biological Diversity*«, und »*Biodiversität*« entstand in diesem Kontext politischer Aktivitäten der wissenschaftlichen Naturschutzforschung als bewußt gewähltes Kunstwort. Walter G. Rosen von der »*Commission of Life Sciences*« des US-National Research Council führte den Terminus ein, als er das »*National Forum on BioDiversity*« initiierte. Diese von 21.-24.9.1986 in Washington D.C. stattfindende Tagung hatte das Anliegen, die US-Regierung und den Senat über bedrohlichen Verlust von Arten und Lebensräumen zu informieren, um politische Maßnahmen anzustoßen. Takacs (1996:34-40) hat in seiner Studie zur Geschichte des Begriffs darauf hingewiesen, daß er von Naturwissenschaftlern mit Bedacht als umweltpolitisches Schlagwort konzipiert wurde. Bemerkenswert erscheint mir, daß sich im Tagungstitel »*BioDiversity*« mit dem großem »D« als Wortkombination zu erkennen gibt, während die Publikation (Wilson 1992a/¹1988) bereits die heute bekannte Schreibweise in einem Wort aufweist. Der Übergang von biologischer Vielfalt zu Biodiversität, »*biological diversity*« zu »*biodiversity*« nimmt durch die Auslassung des Bestandteils »*logisch*« den expliziten Bezug

zur Wissenschaft zurück und ermöglicht auch nicht-naturwissenschaftliche (»emotionale und spirituelle«; W.G. Rosen zit. in Takacs 1996:37) Assoziationen. Die gesamte politische Stoßrichtung des »National Forum« war zwar in der Akademie der Wissenschaften nicht unumstritten, alle Teilnehmenden an der Konferenz aber sahen in der Kombination von naturwissenschaftlicher Expertise und advokatorischer Parteinahme den richtigen Weg. Das Ziel und die moralische Richtigkeit von Maßnahmen zur Erhaltung der Natur in ihrer gesamten Vielfalt erschien unstrittig, und so ging es vor allem um die strategische Vermittlung und Durchsetzung.

In diesem Zusammenhang spielt die Vergegenständlichung des Abstraktums »Vielfalt« eine entscheidende Rolle:

»One can promote [diversity] as a concrete good and can work with it, mold it, speak for it; a reified diversity can be encompassed within the broad realm of biologist's expertise.« (Takacs 1996:45)

Der Biologe – die Protagonisten sind in diesem Fall fast ausschließlich Männer – verbleibt als Experte für die Vielfalt des Lebens, lies Biodiversität, in entscheidender Position. Insofern liegt naturwissenschaftliches Denken einem Diskurs zugrunde, der sich selbst das Ziel setzt, über alle Phänomene des Lebens und der menschlichen Kultur zu reden. Aus dem Kontext der Biologie erwächst also die Vergegenständlichung eines inzwischen als ubiquitär wahrgenommenen Phänomens.

6.2 Theoretische Implikationen: Biodiversität als Leerformel oder als Brückenbegriff zwischen Evolutionsbiologie und Ökologie?

Eine sehr einflußreiche Definition von Biodiversität wurde im Rahmen des UNESCO-Programms »Der Mensch und die Biosphäre« von Solbrig (1991) vorgelegt. Die Studie war vorbereitender Beitrag für ein Gemeinschaftsprogramm der »International Union of Biological Sciences« (IUBS), des »Scientific Committee on Problems of the Environment« (SCOPE), und der United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO; Solbrig 1994:7).

»Biodiversität ist die Eigenschaft lebender Systeme, unterschiedlich, d.h. von anderen spezifisch verschieden, zu sein. Biodiversität wird definiert als die Eigenschaft von Gruppen oder

Klassen von Einheiten des Lebens, sich voneinander zu unterscheiden. D.h. jede Klasse biologischer Entitäten – Gen, Zelle, Einzellbewesen, Art, Lebensgemeinschaft oder Ökosystem – enthält mehr als nur einen Typ. Biologische Systeme sind hierarchisch strukturiert. Diversität zeigt sich auf allen Ebenen der biologischen Hierarchie, von Molekülen bis zu Ökosystemen« (Solbrig 1994:9; vgl. Takacs 1996 für eine Sammlung ganz ähnlicher Definitionen).

Biodiversität wird als ubiquitäres Phänomen des Lebens also extrem weit gefaßt, ja sogar mit Leben als der Summe aller biologischen Systeme gleichgesetzt. Die Verklammerung sowohl mit dem System- als auch dem Hierarchiegedanken betont eine zumindest programmatische Kontinuität mit den maßgeblichen Theoriediskussionen (siehe Kap. 3). Mit der Rede von »lebenden Systemen« gehen allerdings im Biodiversitätskonzept wesentliche Unterscheidungen verloren, nämlich zwischen Lebewesen als Organismen, Subsystemen von Lebewesen sowie Systemen, die Lebewesen enthalten: Gene sind lediglich Bedingung der Möglichkeit von Leben, Ökosysteme bestehen aus biotischen und abiotischen Elementen; in der Definition werden solche Differenzierungen nicht berücksichtigt. Außerdem bleibt unklar, nach welchen Kriterien etwas als »biologische Entität« zu bezeichnen ist. Nicht alle Untergliederungen der Hierarchie des Lebendigen tauchen in der weithin üblichen Unterteilung der Biodiversität in drei Ebenen auf (Solbrig 1994, Blab *et al.* 1995):

- *Genetische Vielfalt* als das Vorhandensein verschiedener Varianten (Allele) für ein- und dasselbe Gen, was sich in Merkmalsunterschieden des Phänotyps ausprägen kann, aber nicht muß. Damit ist die individuelle genetische Ausstattung eines jeden Lebewesens, die Heterogenität von Populationen ein- und derselben Art gemeint. Oft wird allerdings genetische Vielfalt als das Vorhandensein einer Vielzahl codierender Sequenzen für eine Vielzahl an Stoffwechselprozessen und sonstigen Fähigkeiten von Lebewesen (miß)verstanden.
- Biologische Vielfalt i.e.S. als *Artenvielfalt*: in einer raumzeitlichen Einheit existiert mehr als eine Art.
- *Lebensraumvielfalt* auf der Ebene von Biotopen, Landschaftstypen, ökologischen Großsystemen.

Die Mechanismen der Übergänge und wechselseitigen Beeinflussungen zwischen Hierarchieebenen und ihrer jeweiligen »Diversität« werden in der Biodiversitätskonzeption praktisch nicht hinterfragt (vgl. Solbrig 1994).

Sofern funktionale und kausale Spezifizierungen der Biodiversität thematisiert werden, stammen sie aus unterschiedlichen bereits bestehenden Ansätzen der Ökologie oder Evolutionsbiologie und werden beziehungslos nebeneinandergestellt (vgl. Takacs 1996:51), ohne daß ein theoretischer Neuansatz sichtbar wäre (vgl. Schulze & Mooney 1993, IUCN 1993). Die kritisierte Unbestimmtheit des Biodiversitätsbegriffes reflektiert auch das Scheitern der Ökologie, ökologische Konnexen als funktionell eindeutig bestimmbare Systeme und Subsysteme mit voraussagbaren Eigenschaften zu untergliedern (zum Prognoseproblem der Ökologie vgl. Peters 1991, Breckling 1992, Haila 1997b). Als wenig erfolgreich erwiesen sich auch Bemühungen, eine Ordnung ökologischer Zusammenhänge mit simplen mathematisch-theoretischen Modellen verbindlich festzuschreiben (Diversitäts-Stabilitäts-Hypothese; Kap. 3). Wären diese Ansätze erfolgreicher gewesen, hätte die Rolle der und die notwendigen Bedingungen für Diversität angegeben werden können, um so zu schützende Elemente in der Natur spezifiziert und nachvollziehbar zu begründen. Der Biodiversitätsbegriff beruht auf einer unterkomplexen Wahrnehmung der Hierarchietheorien, doch bindet er den Evolutionsbegriff in einer sehr allgemeinen Form in die Ökologie ein: die Evolution des Lebens hat auch auf der Ebene ökologischer Einheiten Vielfalt erzeugt. Biodiversität verweist als Ursache ihrer selbst auf ein längst bekanntes »Prinzip« der Evolution – der Variabilität als fundamentaler Eigenschaft biologischer Systeme, seien sie genealogische oder nicht-genealogische, ökologische Einheiten.

Aus evolutionsökologischer Sicht ist auf zwei methodische und theoretische Probleme hinzuweisen.

- Die epigenetischen Prozesse, die für die Ausprägung des Phänotyps entscheidend sind, und deren Bedeutung in den letzten Jahren zunehmend betont wird, fehlen im Konzept genetischer Diversität als »Ursache« von Biodiversität. Diese Festlegung der genetischen Ebene als kausal entscheidender gilt allerdings nicht für alle Biodiversitätskonzepte, nicht zuletzt, weil die Entstehung emergenter Eigenschaften mit Hilfe der Genetik allein ohnehin nicht beantwortbar erscheint (siehe Kap. 3.2).
- Damit zusammenhängend fehlt die Berücksichtigung des Phänotyps als Einheit der Selektion und des ökologischen Geschehens. Diese Kritik ergibt sich aus der im Kap. 3 reflektierten Theoriendebatte um den epistemischen Status und die Verknüpfungsmöglichkeiten unterschiedlicher ökologischer Hierarchieebenen je nach Theoriestandpunkt. Ein organismen-

zentriertes Konzept, wie es in der Ökologie *und* der Evolutionsbiologie unverzichtbar ist, wird durch einseitige Fokussierung auf genetische Vielfalt einerseits oder Ökosysteme andererseits konterkariert.

In jedem Fall hat Biodiversität gerade aufgrund der Unbestimmtheit erheblichen Anklang bei unterschiedlichsten Disziplinen der Biologie und der Naturschutzforschung gefunden, da sich praktisch jede Fragestellung auch als Biodiversitätsforschung ausgeben läßt (beispielsweise in Solbrig 1994, Blab *et al.* 1995, United Nations 1995). Insbesondere im Gefolge der UN-Konferenz in Rio sind internationale Forschungsprogramme zur Bestandsaufnahme und weiteren Erforschung der Biodiversität in erheblichem finanziellen und personellen Umfang entwickelt worden (vgl. United Nations 1995). Insofern ist Biodiversität faktisch zumindest zum forschungslegitimierenden und -fördernden Begriff geworden. Ob er über die Funktion als antragsrelevantes Thema hinaus auch theoretisch forschungsleitend sein kann, ist schwierig zu beurteilen. Offen bleibt, ob die Betonung der ubiquitären Verschiedenheit von Elementen letztlich zu einer neuartigen Theorie *und* Forschungspraxis führen könnte, die auf Differenz und Unterschiedlichkeit der Muster und Prozesse zielt und die dazu beitragen könnte, das naive Bild genetischer Prozesse als alleinigem »Motor« der Vielfalt zu überwinden.

Für die Rolle als Paradigma oder neues Forschungsprogramm im wissenschaftstheoretischen Sinne scheint der Begriff Biodiversität viel zu inhaltsarm, wenn – pointiert formuliert – nur festgestellt wird, daß alle Ebenen biologischer Systeme unterschiedliche Elemente aufweisen, und daß diese »Diversitäten« verschiedener Ebenen in irgendeiner Form miteinander zusammenhängen. Wenn man Paradigmen im Sinne Thomas Kuhns als »Gesetze bzw. Theorien, Modelle und Werte« (letztere im Sinne disziplinärer methodologischer Normen; Hoyningen-Huene 1989:158) versteht, dann läßt sich Biodiversität zumindest derzeit nicht angemessen als *naturwissenschaftliches* Paradigma bezeichnen, da sie – außer als Schlagwort – noch keine *bestimmte* neuartige Forschungsrichtung und -praxis strukturiert.

6.3 Metatheoretische und ethische Implikationen: Biodiversität als Wiederentdeckung der Naturgeschichte

Die komplementäre Lesart zur Verortung in der biologischen Theoriebildung besteht darin, Biodiversität als moralisch und politisch gehaltvollen Begriff zu verstehen, der weit darüber hinausgeht, Forschungen zu initiieren und zu legitimieren. Gleichzeitig ermöglicht es eine affirmative Lesart von Biodiversität, praktisch alles in »naturnahen« und sehr vieles in anthropogenen Lebensgemeinschaften als schützenswert auszuzeichnen. Im derzeitigen Biodiversitätsbegriff ist die moralische Implikation enthalten, daß prima facie *alles* in seiner Unterschiedlichkeit *als Verschiedenes* zu erhalten ist, nicht zuletzt, gerade weil man um mögliche funktionelle Konnexen so wenig weiß. Diese Implikation, Biodiversität per se mit der Aufforderung zu ihrem Schutz zu denken, ist das Resultat des Kontexts der Begriffsprägung (siehe oben; Takacs 1996). Das bisherige Scheitern einfacher Objektivierungsmöglichkeiten für die funktionelle Bedeutung und kausale Analyse der Biodiversität ist aber gleichzeitig die Bedingung für die unspezifische Formulierung und den forschungs- und umweltpolitischen Erfolg des Begriffs der Vielfalt als Symbol des evolvierenden Lebens insgesamt. Insofern wäre Biodiversität als erfolgreiches forschungspolitisches, naturphilosophisches und naturethisches Paradigma zu bezeichnen.

Als naturphilosophisches und -ethisches Konzept vereinigt der Biodiversitätsbegriff zwei unterschiedliche Denkströmungen: Zum einen liegt der Biodiversitätskonzeption ein an nutzbaren Ressourcen ökonomisch orientiertes Denken zugrunde, welches im genetischen Vielfaltsbegriff seit Vavilov konstitutiv ist und das durch die »Wiederentdeckung« der Notwendigkeit landwirtschaftlicher Sortenvielfalt als Reaktion auf die Probleme der »Grünen Revolution« eine starke Unterstützung erfahren hat. Diese Tradition bringt also durchaus normative Vorentscheidungen für die Betrachtung der Natur mit sich. Die andere Tradition ist diejenige, die Mannigfaltigkeit von Arten und taxonomische Vielfalt als schützenswert auszeichnet. Diesbezügliche Motivationen und zugrundeliegende normative Positionen unterscheiden sich erheblich von denjenigen einer unmittelbaren oder potentiellen Nützlichkeit für die Menschheit. Artenvielfalt – hier ist meist nur dieser Aspekt von Biodiversität gemeint – soll selbst dann geschützt werden, wenn sie vermutlich niemals menschlichen Zwecken dienen wird. Diese Forderung wird für genetische Vielfalt nicht erhoben, deren Erhaltung allein Mittel für andere Zwecke ist.

Genetische Ressourcen und Artenvielfalt sind im Begriff der Biodiversität vereint, der gleichzeitig die Verbindung zur Evolution als genealogisch verbindendem Element aller Lebewesen *und* aller damit verbundenen biologischen Systeme und Subsysteme herstellt. Argumentationsstränge, die den Schutz des Evolutionszusammenhangs begründen, sind allerdings verzweigt: Einige Autoren gehen von einem Eigenwert der Evolution aus. Die Tatsache der Stammesgeschichte sei in sich und an sich ein Selbstwert (»intrinsic value«), der vom Menschen nicht zerstört oder in seiner Potentialität bedroht werden dürfe (Rolston 1988). In dieser Argumentationsfigur finden sich explizit religiöse oder deren säkularisierte Bezüge (»right to life«, »sacredness of nature«, »Verantwortung für die Schöpfung«, siehe Altner 1985, Zwanzig 1985). Andere Autoren lehnen solche Begründungen ab und beziehen die Schutzwürdigkeit insofern auf den Menschen zurück, als ein verändertes Mensch-Natur-Verständnis angestrebt werden sollte, welches nur dann entstehen könne, wenn evolutive Potentiale auch jenseits ihres Nutzungs- und Verwertungsinteresses als schön, erhebend, wertvoll angesehen werden. Dabei wird ein Eigenwert (»inherent value«) des Fortgangs von Evolutionsprozessen angenommen, der sich aber von physiozentrischen Begründungen deutlich absetzt, weil die genannten Werte nicht unabhängig vom Menschen bestehen. Dabei werden – wie bereits erwähnt – die offenzuhaltenden Optionen für zukünftige Generationen von Menschen als Begründung angeführt: Diese sollen jeweils neu entscheiden können, ob und wie sie Werte in der Natur bestimmen wollen (Frankel 1970, 1974; Passmore 1980; siehe Tab. 10 zur Terminologie).

Biodiversität und als deren Voraussetzung natürliche Evolutionsprozesse haben eine im Prinzip unumstrittene normative Relevanz erhalten (vgl. Blab *et al.* 1995:11 für den Naturschutz). Die jeweilige Begründung und Ausdehnung des Schutzanspruchs fällt aber sehr unterschiedlich aus. Instrumentell geht es um die Sicherung der Nutzung für Grundstoffe, Züchtung und Pharmazie; weiter betrifft es die ästhetischen, psychologischen, historischen und moralisch-affirmativen Eigenwerte der Evolution für Menschen – oft wird in diesem Zusammenhang auch der Anspruch zur Befriedigung wissenschaftlicher Neugier genannt. Schließlich gibt es Postulate vom Selbstwert der Evolutionsprozesse jenseits aller menschlichen Interessen, der vom Menschen erkannt, anerkannt und im Kontext menschlicher Aktivitäten operationalisiert werden muß.

Ideengeschichtliche These: Biodiversity enthält Denkstilelemente der Naturgeschichte

Fragen zur Ordnung der Vielfalt lebendiger Formen haben eine weit in Religion und Philosophie zurückreichende Tradition seit Aristoteles, über die im Spätmittelalter mit aristotelischem Gedankengut zusammenhängende Idee einer Stufenleiter der Lebewesen (»scala naturae«) bis zum taxonomischen System Linnés. Dieses System repräsentiert die Epoche der Klassik, in der die Beschäftigung mit der Natur unter dem Begriff Naturgeschichte subsumiert wird. Mit der Klassischen Naturgeschichte ist nicht »natural history« im Sinne einer heutigen Forschungsrichtung der Biologie gemeint, sondern eine historische Epoche und die damit verbundenen Denkstile. Der Begriff »Denkstil« geht auf Ludwik Fleck (1993/¹1935) zurück und bezeichnet die jeweiligen theoretischen, kognitiven und sozialen Hintergründe, in die die Wissenschaften eingebettet sind. Das Ende des naturgeschichtlichen Denkens der Klassik ist nach Foucault (1988) und Lepenies (1976) durch drei gleichzeitige Einschnitte markiert:

- 1 Die *Verzeitlichung der Natur*: Eine statische oder zumindest strukturell wohlgeordnete Natur nach göttlichem Schöpfungs- bzw. Ordnungsplan verschwindet und macht dynamischen Vorstellungen der Veränderlichkeit der Erde und ihrer Lebewesen Platz. In der Naturgeschichte hatte die Natur gerade keine Geschichte im heutigen Sinne des Wandels der Arten in einer Phylogenie.
- 2 Die Ablösung der »Kernbestandteile der klassischen Naturgeschichte – Verschwendung, Fülle, Fruchtbarkeit, Kontinuität der Natur« (Lepenies 1976:50) erfolgt durch neue *Metaphern der Knappheit, Selektion* sowie ein apriori diskontinuierliches, »lückenhaftes« Spektrum lebender Formen. Auch der Begriff »Kontinuität« hat inzwischen eine völlig andere Bedeutung erhalten: Kontinuität bedeutete in der Naturgeschichte eine maximal mögliche Zahl von Arten in einem vollständigen, lückenlosen klassifikatorischen System konstanter Arten. Heute bedeutet Kontinuität, daß ein dynamischer Gradualismus der Veränderlichkeit existiert, in dem Arten nur Momentaufnahmen des Evolutionsprozesses darstellen.
- 3 Die Einführung des *Lebensbegriffes* in den biologischen Wissenschaften: »Das Leben selbst existierte nicht. Es existierten lediglich Lebewesen, die durch einen von der Naturgeschichte gebildeten Denkraster erschienen.« (Foucault 1988:168)

Mit dem Begriff der Biodiversität werden Elemente des naturgeschichtlichen Denkstils in die Biologie des 20. Jahrhunderts erneut aufgenommen. Zur Erläuterung dieser These seien einige zeitgeschichtliche Aspekte der Umweltdiskussion vorangestellt: Gegen Ende des 20. Jahrhunderts wird die Umwelt, und damit die belebte Natur, als global bedroht empfunden; neben ökotoxikologischen Problemen und Ressourcenfragen betrifft dies die Vernichtung von Lebensräumen. Das Auffinden einer in diesem Ausmaß unerwarteten Fülle lebender Formen in den Tropen (Erwin 1991a,b) bei gleichzeitig drohender Vernichtung eben dieser Lebensräume führt zu Appellen insbesondere auch seitens der natur(schutz)forschenden BiologInnen, diese Fülle im Angesicht ihres Untergangs zumindest noch zu beschreiben. Biodiversität ordnet die »lebenden Systeme« nicht mehr auf einer Stufenleiter sondern vielmehr in räumlichen Hierarchien von der Molekülebene bis zu Ökosystemen. Die Bedeutung von Hierarchie bleibt dabei allerdings sehr unbestimmt. Das Fehlen eines theoretischen Konzepts zeigt sich in der eher lexikalisch aufzählenden Liste all dessen, was bio-divers ist – schlichtweg alles. Eine Untersuchung der Kausalzusammenhänge darf aus pragmatischen Gründen aktueller Bedrohung noch zurückstehen.

Ebenso wie die Naturgeschichte in der Klassik einen Rahmen (die Sprache; ein »tableau«, Foucault 1988) bildete, um Klassifikation zu erlauben, so bildet nun Biodiversität die Matrix, in der sich die Ordnung lebendiger Formen verstehend organisieren läßt. Zur Erhebung empirischer Daten werden – analog zu den Forschungsreisen der Gelehrten im 18. und 19. Jahrhundert (z.B. Linné, Humboldt, Hooker, Darwin; Jahn *et al.* 1985:371-397) – im 20. Jh. umfassend und aufwendig angelegte biologische Forschungsprojekte in den neuen Zentren der Biodiversität initiiert. Gleichzeitig wird versucht, die Ergebnisse in den industrialisierten Ländern wissenschaftlich-technisch kurz- und mittelfristig handhabbar zu machen (vgl. Weizsäcker 1994), wobei derzeit offen ist, ob oder in welchem Maß letzteres möglich ist. Damit entsteht folgende Situation:

- 1 Die global bedrohte genetische Variationsbreite gerät ins Blickfeld. Genetische Vielfalt *an sich* ist dabei Chiffre für ein überzeitliches und in dem Sinne zeitloses Prinzip der Evolution – Variabilität. Gleichzeitig wird für den Naturschutz eine riesige, evolutionäre Zeitdimension (»for ever time scale«, Frankel 1974) ins Auge gefaßt. Mit dieser Kombination verschwindet letztlich Zeit als Spanne überschaubarer kontingenter Ereignisse

- aus dem Blickfeld. Über die in menschlicher Handlungsperspektive faßbaren Dimensionen hinaus werden natürliche Prozesse entzeitlicht (vgl. Punkt 1 oben).
- 2 Qua genetischer Verknüpfung *aller* Lebewesen als Resultat von Diversität der Allele, Gene und damit ihrer Träger (der Individuen und Populationen), wird erneut ein an die Naturgeschichte erinnerndes »kontinuierliches Netz der Wesen« gebildet (Foucault 1988:194; vgl. Punkt 2 oben).
 - 3 Das Leben selbst – vom 18.-20. Jahrhundert im Zentrum vieler theoretischer Entwürfe – löst sich in der Biodiversity-Konzeption im Terminus »lebender Systeme« auf (Gene als »noch nicht-« und Ökosysteme als »nicht mehr-« Lebewesen; vgl. oben, Punkt 3). Dabei handelt es sich um eine konsequente Fortführung des systemtheoretischen Gedankens zu selbstreferentiellen und autopoietischen Systemen als besonderen Fällen allgemeiner physikalischer Gesetze. Der Organismus als besonderes System, als »Lebewesen« gerät aus dem Blick (vgl. Punkt 3 oben; Kritik im Kap. 11).

Mit dem Begriff der Biodiversität geht die über Malthus und Darwin in die Biologie eingezogene Denkfigur der Knappheit eine, je nach Standpunkt, paradox oder dialektisch anmutende Verbindung mit an die Naturgeschichte anknüpfenden Ideen von Fülle und Vielfalt der Natur ein. An dieser Stelle wäre noch genauer zu klären, in welcher Weise Bezüge zu gesellschaftlichen Phänomenen bestehen, die mit den Schlagwörtern »postmoderne Beliebigkeit«, aber auch »multikulturelle Vielfalt« bezeichnet seien: Callicott (1994:186) legt apodiktisch fest »Biological diversity is a good thing. So is cultural diversity«. Vielfalt in Natur und Kultur bedingen sich bei Callicott gegenseitig – allerdings nur im Rahmen einer geordneten Welt, in der alles und alle den ihnen genealogisch und geographisch zustehenden Ort einnehmen. Der rationale Mensch der westlichen technischen Zivilisation hat diese Verhältnisse homogenisiert und dabei Natur und Menschen durcheinandergebracht. Callicott (1994:185) schlägt eine »rekonstruktive, postmoderne« wissenschaftlich informierte Weltsicht und Ethik als Lösung vor, die eine Integration der Vielfalt ganzheitlicher lokaler Untereinheiten vornehmen soll. Bei Callicott ist Vielfalt nur dann gut, wenn sie an ihrem angestammten Platz ist, und eine physiozentrische Ethik (zur Kritik Norton 1995b) sowie ökologisch-evolutionsbiologische Gesetzmäßigkeiten sollen als Platzanweiser fungieren, die bedrohte biologische und kulturelle Vielfalt wieder zu verorten. Für den Biodiversitätsbe-

griff wichtig ist, daß er einen – meist räumlichen – Ordnungscharakter erhält. Vielfalt ist zwar ubiquitär und kontingent, aber sie ist lokal aufgrund der Genealogie doch nicht beliebig.

Biodiversität in diesem Sinne als Produkt der Evolution wird zum Selbstzweck und löst in gewisser Weise die in der Moderne verlorengegangene Sicherheit eines guten göttlichen (Schöpfungs)Plans ab: Evolutionäre Zeit, bzw. Zeitlosigkeit großer Dimensionen und Biodiversität bringen wieder helles Licht der Freude an verschwenderischer – aber zugleich nützlicher – Fülle in den alten dunklen sozialdarwinistischen Kampf ums Dasein. Dies konfligiert mit der weiter oben skizzierten Engführung von Biodiversität unter dem Ressourcenaspekt, an der sich umweltpolitische Kritik an der Ökonomisierung des Begriffs entzündet hat (Weizsäcker 1994). In diesem Spannungsverhältnis bewegt sich die Diskussion seit mehr als zehn Jahren.

Der aus der Kulturpflanzen-genetik abgeleitete ökonomische Aspekt schließt den aus der Naturschutzethik stammenden Gedanken einer Vielfalt um ihrer selbst oder zumindest um der Verbesserung des Mensch-Natur-Verhältnisses zwar nicht aus, legt aber deutlich andere Schwerpunkte. Bemerkenswert ist vor allem, daß die »neuen« Zentren biologischer Vielfalt nicht deckungsgleich mit denjenigen der Kulturpflanzenvielfalt sind; es handelt sich vielmehr um von Agrar- und Industriegesellschaften »unberührte« Bereiche. Biologische Vielfalt wird in dieser allgemeineren Dimension vielmehr als vom Menschen unbeeinflusst verstanden. Insbesondere im Falle der tropischen Regenwälder und marinen Habitate (Korallenriffe, Ästuare) wird die menschliche Nutzungskultur in Opposition zur natürlichen Vielfalt gedacht. Die von Vavilov erkannte Kombination von landwirtschaftlicher Nutzung und Kulturpflanzenvielfalt in den »alten« Zentren geht in dieser Perspektive verloren; an dieser Stelle läuft die Diskussion um genetische Ressourcen für Kulturpflanzen nicht mehr deckungsgleich mit derjenigen zum Schutz bedrohter »natürlicher« Lebensräume.

Für den Zugriff auf genetische Ressourcen bedeutet dies: »Holistischer Anspruch und reduktionistische Praxis fallen ineins« (Flitner 1995:233). Dieser Formulierung ist zuzustimmen, wenn »Holismus« hier die Betrachtung der Biodiversität als Gesamtheit der Diversität *aller* Ebenen lebender Systeme bezeichnet. Der Reduktionismus besteht dann darin, daß im theoretischen Verständnis die genetische Ebene als entscheidende gilt. Nicht nur in der Evolutionsforschung, sondern eben auch für ökonomisch-instrumentelle Interessen gelten Gene momentan als vielversprechendste Quelle finanziell

lukrativer Ressourcen. In solchen Denkweisen geraten die Lebewesen selbst oder deren biozönotische Bezüge allein als materielle Hüllen zur Nutzung von Genprodukten in den Blick.

»Konservativ-holistische« Ideen einer Erhaltung von Ökosystemen und Arten scheinen sich um die Erhaltung der Gene erweitert zu haben, während gleichzeitig ein »progressiv-reduktionistisches« Management der Ressourcen, insbesondere der genetischen, breite Akzeptanz findet. Der nicht nur für die Geschichte der Ökologie bis 1960 bedeutsame Gegensatz von Holismus und Reduktionismus (Trepl 1994b) wurde – parallel zu soziopolitischen Veränderungen – um eine dritte Naturkonzeption erweitert: eine kontingente und dennoch kontrollierbare Natur, die sich unabsehbar weiterverändert, gleichzeitig aber technokratisch zumindest teilweise handhabbar ist (vgl. Schwarz & Trepl 1998). Als terminologisches Problem ist anzumerken, daß dieses dritte Konzept von den Protagonisten selbst zuweilen auch als »holistische« Herangehensweise bezeichnet wird (vgl. Kap. 3, Tab. 3).

Der Evolutionsbegriff spielt eine Schlüsselrolle im Verständnis der Biodiversität: zum einen ist Biodiversität *Resultat und Verkörperung* der Evolution, zum anderen wird Biodiversität als übergreifende prinzipielle *Eigenschaft* lebender Systeme (Solbrig 1994) bezeichnet, die weitere Evolution erst ermöglicht. Genetische Vielfalt als zeitinvariante Bedingung der Möglichkeit jeder Evolution des Lebens – nicht allein als Basis der Artenvielfalt – wird zusammen mit extrem langfristigen – vom menschlichen Standpunkt aus »stabilen« – Prozessebenen der Stammesgeschichte konzeptionell verknüpft. Gleichzeitig speist sich diese Sichtweise aus der als global und total empfundenen Bedrohung biologischer Ressourcen und damit des Fortgangs der Stammesgeschichte in der Form, in der sie der Mensch kennt. Dann, und nur dann, erwächst aus dem Verständnis der biologischen Vielfalt auch Handlungsmotivation. Der Biodiversitätsbegriff mit diesen konstitutiven Denkfiguren erlaubt es, »neue alte« Bilder der Natur anscheinend legitimiert durch die Biologie zu präsentieren: Fülle und Sicherheit sowie Knappheit und Bedrohung werden als Naturprinzipien zusammengebacht. Im folgenden Kap. 7 wird ausgeführt, welche Konsequenzen diese Bilder – so wie jede Terminologie in der Biologie – für das Mensch-Natur-Verhältnis und für ethische Reflexionen zum Schutz der Natur haben. »Evolution« erfährt dabei in einigen Ansätzen der Naturethik eine kosmologische, quasi teleologische Interpretation (siehe auch Kap. 12).

7 Kosmologien, Evolution und naturethische Entwürfe: erste Übersicht

»It is generally difficult to determine [...] where the borderline between scientific (and methodological) statements and philosophical expressions actually lies.«
(Jansen 1972:110)

Wissenschaftlich geprägte Naturbilder, Weltanschauungen und Moralphilosophie fließen in der Naturethik, die den moralisch richtigen Umgang des Menschen mit der nicht-menschlichen Natur reflektiert, zusammen. Dabei entscheiden der Naturbegriff und die Bestimmung des Mensch-Natur-Verhältnisses darüber, von welcher Art die Natur ist, die geschützt werden soll. Stephen Toulmin bezeichnet diesen Rahmen einer umgreifenden Vorstellung von Natur und Mensch als Kosmologie, wobei er das Verhältnis von Kosmologie und Naturwissenschaft wie folgt beschreibt:

»Our cosmological ideas about the universe, and about the place of humanity within that universe, cannot simply ignore science; instead they must be surely framed in terms that make the best possible sense when viewed in the light of our scientific results [...] (W)e need to look for a middle way: considering with more discrimination just which scientific concepts and hypotheses are directly relevant to cosmological issues, and with what qualifications they can be given this wider application.« (Toulmin 1982:12)

In diesem Sinne geht auch der in diesem Kapitel untersuchte Evolutionsbegriff über theoretische Konzeptionen der Biologie hinaus. »Evolution« bezeichnet hier nicht allein die biologischen Prozesse im Sinne der Evolutionstheorie, sondern geht in allgemeinere Entwürfe einer veränderlichen Natur ein, wie sie durch die Evolutionslehre angelegt, nicht aber eindeutig vorgegeben sind. Evolution als kosmologischer Begriff faßt die drei von Huxley (1963) getrennten Prozesse anorganischer, biologischer und sozialer »Evolution« zusammen.

Die Evolutionsbiologie stand seit jeher und steht immer noch im engen Zusammenhang mit Weltanschauungen und politischen Weltentwürfen. Die Möglichkeit der Metaphorisierung einer biologischen Theorie und – allgemeiner – einer naturwissenschaftlich geprägten Naturkonzeption trägt grundsätzlich nicht nur zu ihrer Durchsetzbarkeit als wissenschaftliches Paradigma (Kuhn 1988) innerhalb einer bestimmten Epoche bei, sondern der kontingente

Metaphernbestand bedingt vice versa bereits dessen Entstehung und Ausformulierung (Pörksen 1986). Dies wurde paradigmatisch anhand der Bedeutung der »natürlichen Selektion« und des ökonomisch geprägten Begriffs »Konkurrenz« für das Werk Charles Darwins gezeigt (z.B. Young 1987, zum Konkurrenzbegriff in der Ökologie Trepl 1994).

Wie in Teil I geschildert, haben sich in den letzten Jahrzehnten Vorstellungen einer prinzipiell zukunfts-offenen und nicht mit Notwendigkeit in Richtung zunehmender Komplexität verlaufenden, unvorhersagbaren Evolution der Lebewesen durchgesetzt (Futuyma 1986a, Mayr 1991). Ökologische Systeme werden mit Begriffen der Nicht-Gleichgewichts-Zustände beschrieben und dabei die Möglichkeiten präziser ökosystemarer Prognosen auch aus theoretisch-mathematischen Erwägungen heraus bezweifelt (Breckling 1990, 1992). Nicht nur in evolutionärer, sondern auch in ökologischer Zeitdimension scheinen also Stabilität und Gerichtetheit natürlicher Prozesse ihre vormalige Bedeutung für das wissenschaftlich geprägte Bild der Natur verloren zu haben. Aus einer übergreifenden Perspektive stellt der Theologe und Biologe Günter Altner das mit den genannten Theorieentwicklungen korrespondierende Naturbild folgendermaßen dar:

»[Es wird] notwendig, in offenen Systemen zu denken, die Irreversibilität der Prozesse, das dissipative Risiko der Übergänge im Nichtgleichgewicht als den neuen Logos zu begreifen, [...]. Indem man sich so auf die offene Interaktion der Prozesse, auf das in ihnen Entfaltete, aber auch auf das in ihnen möglich werdende Unentfaltete einläßt, hat man die Gestalt- und Werde-wirklichkeit der Welt, eben die Evolution der Evolution, so ernst genommen, daß der alte Immanenz-Transzendenz-Dualismus überflüssig wird, daß die Wirklichkeit als Wirklichkeit Gottes verstehbar zu werden beginnt.« (Altner 1987:128)

Abgesehen von Altners dezidiert theologischem Bezug ist hier eine *wissenschaftlich* inspirierte weltanschauliche Meinung über evolvierende ökologische Systeme, also über »die Natur«, treffend charakterisiert, welche zunehmend an Bedeutung gewinnt. Gerade im Kontext allgemeiner Reflexionen über die Natur ist es nicht hilfreich, solche Redeweisen als populäre und der Naturwissenschaft nicht mehr gemäße Überzeichnungen abzutun. Auch die Naturethik umfaßt stets solche oder andere übergreifende Selbstvergewisserungen über Menschen und Natur. Der Zusammenhang zwischen naturwissenschaftlicher Theorie und übergreifendem Naturbild muß im einzelnen hinsichtlich seiner notwendiger Verknüpfung, Vereinbarkeit und Widersprüchen bestimmt werden.

7.1 Evolution in der christlichen Umweltethik: Naturvergessenheit, Verantwortung für die Schöpfung und Wissenschaftskritik

Die Evolutionstheorie Charles Darwins (Darwin 1988/¹1859) machte Vorstellungen der Naturtheologie zur Schöpfungsgeschichte in mehrerer Hinsicht obsolet, die schon vorher durch deszendenztheoretische Erwägungen in Frage gestellt worden waren (Übersicht bei Darwin 1920:1-11). Zum ersten widerlegten die deszendenztheoretisch gedeuteten paläontologischen Befunde die Behauptung einer Konstanz direkt von Gott für alle Zeiten erschaffener Arten. Zum zweiten war das anhand heilsgeschichtlicher Perioden von Theologen mit einigen tausend Jahren angegebene Alter der Erde nicht mehr haltbar. Zum dritten existierte mit der Selektionstheorie und den Begriffen der Variation, Anpassung und Auslese nunmehr ein kausalmechanischer Erklärungsansatz sowohl für die Veränderlichkeit der Taxa in der Zeit als auch für die Zweckmäßigkeit der Organismengestalt ohne göttlichen Baumeister und Plan. Bereits im späten 19. Jahrhundert haben die beiden großen christlichen Konfessionen im westlichen Europa allerdings begonnen, die biblische Schöpfungsgeschichte nicht mehr als vermeintlichen Faktenbericht gegen die Evolutionstheorie auszuspielen. Dennoch ist das Verhältnis von Schöpfungsglauben und Evolutionstheorie im Rahmen der übergreifenden Kosmologie – gerade im Hinblick auf die Teleologieproblematik – in letzter Konsequenz unversöhnt geblieben. Dies gilt auch für christliche Ethiken und die Frage, welche Rolle die Begriffe »Schöpfung« und »Evolution« im Rahmen der Naturethik spielen, beziehungsweise überhaupt spielen können.

Treml & Baumann (1992) behandeln die Umweltkrise mit Blick auf die christliche Kosmologie. Sie behaupten zunächst, daß jüdische und christliche Religion auf einem moralischen Wertanthropozentrismus beruhen:

»Im Gegensatz zu archaischen Mythen hat [...] die Natur keinen numinosen Eigenwert mehr. Sie ist dem Wort des einen Gottes unterworfen, der ihr ihre (abgeleitete) Funktion zuweist. [...] Damit wird eine grundsätzliche Differenz zwischen dem Schöpfer und seinen Geschöpfen festgestellt, an der allerdings der Mensch nur partiell teilhat, [...] andererseits aber wird er singularär aus allen anderen Geschöpfen herausgehoben: Nur er ist nach dem Bilde Gottes geschaffen.« (Treml & Baumann 1992:91)

Seit dem einflußreichen Artikel von Lynn White (1967) wird theologisch und mentalitätsgeschichtlich darüber gestritten, ob tatsächlich eine solche die Natur als nicht wertvoll erachtende Grundhaltung in jüdisch-christlichen

Religionen dominiert und ob sie als eine der Hauptursachen der neuzeitlichen Naturausbeutung und -zerstörung gelten kann (vgl. Baranzke & Lamberty-Zielinski 1995). Im Gegensatz zu Treml & Baumann konstatiert beispielsweise Altner gerade den Verlust religiöser Orientierung durch Wissenschaftsgläubigkeit in der »Überlebenskrise in der Gegenwart« (Altner 1987):

»Die ökologische Schonungslosigkeit des wissenschaftlich-technischen Erkenntnisfortschritts, jene durch sie herbeigeführte Kollision zwischen technischer Zivilisation und irdischer Lebenswelt haben ganz sicher etwas zu tun mit der unkontrollierten Dominanz verobjektivierter Erkenntnismethoden in allen Bereichen der Wissenschaft heute.« (ebd.:36f.)

Mir geht es an dieser Stelle nicht um eine eigene Beurteilung möglicher Ursachen für Defizite in der Wertschätzung der Natur, sondern um die Auswirkungen dieses Streits für die Naturethik im Zusammenhang mit dem Evolutionsbegriff. Ich konstatiere dabei Übereinstimmungen mit der Position, die Otto Frankel Anfang der 1970er Jahre vorgelegt hat und die insbesondere dem Biodiversitätsbegriff zugrundeliegen (siehe Kap. 5 und 6). Die globale und daher totale Gefährdung ist zentraler Bestandteil der Argumentation, und die Notwendigkeit zu verantwortlichem Handeln wird dezidiert mit *naturwissenschaftlichen* Erkenntnissen über die Evolutionsprozesse im Kontext der Umweltkrise begründet. Andererseits aber liegt ein Akzent auf dem Postulat, ein neues, über das naturwissenschaftliche hinausgehende Naturbild für die Ethik zu entwickeln.

Seitens der protestantischen Theologie existieren Versuche einer Berücksichtigung der Stammesgeschichte, indem alle Evolutionsprodukte als »evolvierte Schöpfung« vereinnahmt werden (vgl. Altner 1991). Protestantische und katholische TheologInnen versuchen gleichzeitig, mit Bezug auf religiöse Traditionen eine neue, mehr oder weniger spirituelle (religiös-gefühlsorientierte), Verbundenheit mit der Schöpfung zur umweltpolitischen und moralischen Tugend zu erheben, wobei im einzelnen sehr unterschiedliche Ansätze und Glaubensvoraussetzungen bestehen. Übereinstimmend lautet jedoch stets eine Begründung, daß die ehrfürchtige Kenntnisnahme der Natur im Sinne eines mit dem Menschen innig verbundenen Zusammenhangs die unhintergehbare Grundlage für Umdenken und besseres Handeln darstelle. Dies gilt allerdings nicht nur für entsprechende christliche Umweltethiken, sondern beispielsweise auch für die agnostische »deep ecology« (Naess 1996/¹1972, Callicott 1994, Zimmerman 1996). Einige zur westlich-abendländischen Kultur gehörenden AutorInnen setzen zudem insbesondere

auf fernöstliche, nordamerikanisch-indianische oder esoterische Formen der Spiritualität mit der Natur. Fritjof Capra (1983) ist einer der bekanntesten, allerdings argumentativ auch am wenigsten überzeugenden Protagonisten.

Entscheidend für meine Analyse ist erstens, daß der Evolutionsgedanke auch im Kontext theologischer oder esoterischer Naturbilder affirmativ verwendet wird, und zwar als einer der Bausteine für ein gefordertes »neues Naturverständnis«, gleichsam als Einheit der zusammengehörigen Evolutionsgemeinschaft im Rahmen kosmologischer Selbstvergewisserungen des Menschen. Außerhalb der theologischen Umweltethik wird das bekannte Schlagwort der »Verantwortung für die Schöpfung« heute in der Öffentlichkeit zumeist in einer Weise eingesetzt, die keinen substantiellen, sondern einen rein rhetorischen Bezug zum religiösen Fundament aufweist (vgl. Bundesminister 1997). Obwohl oder gerade weil zweitens im Rahmen der *Evolution* der Begriff der Schöpfung als sinnhafter und gottgewollter Gemeinschaft aller Lebewesen keinen Platz haben darf, spielt er auf Ebene der Kosmologie, in christlichen ebenso wie in säkularen Kontexten eine große Rolle. Unter Rückgriff auf die Autorität mehr oder minder präziser naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zur Evolution dient »Evolution« nunmehr als Metapher für eine Kosmologie der Interdependenz alles Lebenden. »Evolution« und »Schöpfung« sind zu »Plastikwörtern« (Pörksen 1988) geworden, die sich strategisch zum Zwecke der Vermittlung natur- und umweltethischer Positionen oder schlicht zur Volksverdummung einsetzen lassen.

Die Notwendigkeit eines neuen Naturverhältnisses wurde anhand der Frage nach einer Begründung des Artenschutzes von Altner (1985), für die Forderung der Formulierung eines Eigenrechts der Natur im Bundesnaturschutzgesetz von Zwanzig (1985) explizit mit Verweis auf religiöse Aspekte ausgeführt. Doch auch im Naturschutz findet sich die Denkfigur nicht allein bei religiösen AutorInnen. Beispielsweise fordern Plachter (1991) und Erz (1994) die Entwicklung neuer Ansätze »ethischer Naturschutzbegründungen« im Sinne von Ausführungen darüber, warum Natur (auch) um ihrer selbst willen zu erhalten sei. Die ursprünglich religiös verankerte Idee einer Verantwortung für die Schöpfung scheint – in stark modifizierter Weise und nicht selten mit Verweis auf den Evolutionskontext – symbolisch auf etwas zu verweisen, das größer, umgreifender als menschliche Interessen ist. Dies führt zum Kern der Debatte um nichtanthropozentrische Naturethiken.

7.2 Evolution und der Streit um anthropozentrische und physiozentrische Begründungen der Naturethik

Der Abschied von anthropozentrischen Positionen in der Naturethik soll Konsequenz einer evolutionsbiologisch orientierten Kosmologie sein.

»Tatsächlich muß auf dem Hintergrund evolutionstheoretischer Befunde jeglicher Anthropozentrismus als Anmaßung erscheinen. Evolutionstheorie, auch die Evolutionäre Erkenntnistheorie, ist selbstverständlich unhintergebar *anthropogen*, aber sie ist nicht *anthropozentrisch*. Der Mensch ist ein Teil der Natur, und diese ist ein Letztes (nicht ein Vorletztes wie in den Schöpfungsmythen), für das es keinen Ersatz gibt. Hinter der Natur ist jetzt nichts mehr, und in der Natur ist der Mensch nur ein kontingentes Epiphänomen. Die Natur weint deshalb der Menschheit keine Träne nach, wenn es sie einmal nicht mehr geben wird, »denn die Natur hat immer Recht« (Goethe), der Mensch aber nur manchmal.« (Tremel & Baumann 1992:96 f.; Hervorh. i.O.)

Der letzte Satz dieser Darstellung bringt eine bestimmte weitverbreitete kosmologisch-naturalistische Orientierung innerhalb der Naturschutzdebatte prägnant zur Sprache: ein Natur- und Evolutionsverständnis, das den Menschen der modernen Zivilisation als »Schädling der Natur« versteht (Lorenz 1973, Gruhl 1978; vgl. Kap. 13). Vor dem Hintergrund der globalen Dimensionen der Umweltprobleme und des Aussterbens von Arten konstatieren Tremel & Baumann, daß aus einer evolutionistischen Sichtweise ein hypothetischer Imperativ folge. Unter der Voraussetzung, daß menschliches Leben weiter existieren soll (vgl. Jonas 1984), schütze eine evolutionsbezogene Ethik die Natur, denn diese sei notwendige Voraussetzung für das menschliche (Über)Leben. Dann gelte:

»Vergrößere den Variationspool und erhöhe damit die Selektionschancen für weitere (humane) Evolution!« (Tremel und Baumann 1992:98)

Aus dieser Maxime entwickeln die AutorInnen zwei moralische Positionen, die sie als »Kontrollethik« sowie »Ethik des Sein-Lassens« bezeichnen. Für erstere stehen die Biologen Edward Wilson und Hubert Markl, die seit Jahren eine wissenschaftlich-technische Kontrolle über die Natur zur Lösung der Zivilisations- und Umweltprobleme der wissenschaftlich-technischen Welt propagieren. Für die Unterlassensethik wird von Tremel & Baumann der Philosoph Robert Spaemann genannt, der für ein an der Lehre des Thomas von Aquin (Thomismus) geschultes umfassendes Naturverständnis eintritt, welches über das naturwissenschaftliche hinausgeht (Spaemann & Löw 1985), und den Verzicht auf technische Handlungsoptionen dort fordert, wo

diese »die ökologische Regenerierbarkeit für den Menschen irreversibel aufs Spiel setzt« (Tremel & Baumann 1992:98).

Mit diesen Ausführungen will ich auf zwei Aspekte hinweisen, die bereits im Kapitel über Biodiversität eine Rolle spielten. Ein affirmativer Bezug auf »das Prinzip« der Vielfalt und »die Gesetze« der Evolution zielt direkt auf moralische Überlegungen und ethische Reflexionen ab. Evolutionsbiologische Erwägungen und auch evolutionistische Kosmologien implizieren jedoch zunächst weder die Richtigkeit anthropozentrischer oder physiozentrischer (siehe Tab. 10) Naturschutzbegründungen noch irgendeine Form von Verantwortung. Die moralisch herausgehobene Rolle des Menschen – im Hinblick auf das Überleben des Menschen als Spezies oder auf die Bedeutung des menschlichen guten Lebens – muß ohnehin in einer *zusätzlichen* Argumentation begründet oder abgelehnt werden. Insofern liegen Tremel & Baumann (1992) und andere vollkommen falsch mit der Behauptung, daß Anthropozentrismus im Lichte der Evolution als Anmaßung erscheint. Die Berücksichtigung der Evolution ist auf der Begründungsebene sowohl mit Anthropozentrik als auch mit Physiozentrik vereinbar, denn beide Positionen haben als moralische Bezugspunkte sowohl »die Menschheit« als auch »die Natur«.

Der Anthropozentrik einerseits und der Physiozentrik andererseits liegt ein ähnliches, aber spiegelverkehrtes Argumentationsmuster zugrunde (Tab. 11): Insbesondere die Biologen unter den Naturschutztheoretikern begründen ihre alarmierenden Szenarien manchmal weniger mit dem Elend der Menschen als mit der bedrohten Natur. In ihren Lösungsvorschlägen sind sie aber (fast) alle dezidiert anthropozentrisch (Frankel 1970; Wilson 1993; für die BRD Markl 1995, Bröring & Wiegler 1990, Hampicke 1995). Bei physiozentrischen Positionen gilt der beklagte Verlust an »menschlichen Lebensformen« einschließlich der verlorengegangenen erbaulichen oder kontemplativen Beschäftigung mit der Natur als wichtig(st)e Ursache der Umweltkrise (Altner 1991, Callicott 1994, Naess 1996). Erst in zweiter Linie geht es dann um das Artensterben, das als Konsequenz oder Epiphänomen des ersteren eingeschätzt wird. Merkwürdiger- oder konsequenterweise wird dann aber die Zuschreibung eines Eigenrechts der Natur zur *kulturell* notwendigen Bedingung für die Lösung der Umweltprobleme erhoben.

Aus unterschiedlichen philosophischen, theologischen und pädagogischen Perspektiven wird die Notwendigkeit eines neuen ethischen »Prinzips Verantwortung« (meist ohne genaues Studium von Jonas 1984; siehe dazu Kap.

11.3 und 12.3) oder gar eine »Überlebensethik« (Altner 1991, Tremml 1992) propagiert, die vom Befund der totalen Bedrohung von Mensch und Natur durch den Menschen ausgehen. Die Betonung der Globalisierung ist entscheidend, weil sich mit ihr zwei Elemente auch in den Denkstil des Naturschutzes als konstitutiv einschreiben:

- Die augenscheinliche Unhintergebarkeit der Probleme auf Weltniveau,
- ein damit verknüpfter wissenschaftlich-weltanschaulicher Entwurf, wie diese bedrohte Welt aussieht.

Tab. 11: Spiegelverkehrte Bezüge zwischen anthropozentrischen und physiozentrischen Positionen zur Umweltkrise und zur Orientierung der Ethik

	Fokus in der Diagnose der Gegenwart	Forderung nach Orientierung der Ethik	Ziel
Anthropozentrik	Bedrohung der Biodiversität => »bio-zentrisch«	anthropozentrisch => Umweltmanagement Gestaltung mit und für Menschen	Erhaltung der <i>Menschheit</i> im Kontext der Natur
Physiozentrik	Kulturverlust als Ursache der Naturzerstörung => »anthropozentrisch«	physiozentrisch => Eigenrecht der Natur <i>gegen</i> Menschen	Erhaltung der <i>Natur</i> inklusive der <i>Menschheit</i>

Auf der naturschutzpolitischen Ebene redet man dann – um im religiösen Bilde zu bleiben - »mit Vollmacht«, einer Vollmacht, die sich auf vermeintlich gesichertes ökologisches und evolutionsbiologisches Wissen – auch um die drohenden Katastrophen – und gleichzeitig auf weltanschauliche Gewißheit und Sinngebung berufen kann. Die zwei international wohl einflußreichsten solcher Entwürfe werden im folgenden diskutiert.

7.3 Ökologische Kosmologie und evolutionsbiologische Anknüpfungspunkte in Aldo Leopolds »Land Ethic«

Aldo Leopolds Bedeutung für die Umwelt- und Naturschutzethik kann kaum überschätzt werden, denn praktisch alle Ansätze der nordamerikanischen Naturschutzethik knüpfen an Leopold an. Diese haben zumeist auch die europäische Diskussion geprägt und etliche Themen vorweggenommen. Leopold (1887-1948) war Forstwissenschaftler und Wildbiologe, arbeitete in verschiedenen Bundesstaaten für den US Forest Service, war Mitbegründer der »Wilderness Society«, einer der ersten Naturschutzorganisationen der USA, und lehrte an der Universität von Wisconsin. In seiner erstmals 1949 postum veröffentlichten Essaysammlung »A Sand County Almanach« (Leopold 1970) kombiniert er Landschaftsprosa eigenen Naturerlebens, Landschaftsgeschichte, Ökologie und Naturschutzreflexionen in einer Form, die eine Kosmologie im obengenannten Sinne darstellt und als solche auch rezipiert wird. Angesprochen wird der gesamte Themenkanon naturschutzrelevanter und umweltethischer Fragen, die heute noch die Diskussionen bestimmen.

Die menschliche Entfremdung vom Erleben der Natur in jeder technisch-industriellen Zivilisation ist für Leopold Hauptgrund für die Zerstörung der natürlichen Lebensgrundlagen. Augenfälliger Anlaß und Beleg für diese Einschätzung waren die Jahre der Großen Dürre 1930-36 im Mittleren Westen der USA, wo als Folge einer falschen Form der Landwirtschaft Erosion bislang unvorstellbaren Ausmaßes das Land verwüstete. Vorbedingung dieser Katastrophe war nach Leopold auch eine »unethische«, natürliche Prozesse nicht respektierende Grundhaltung, die das Land unter rein ökonomischen Ausbeutungsaspekten betrachtete und nicht als Teil eines lebenden interagierenden und interdependenten Gefüges. Dieses lebende Gefüge ist zentraler Gesichtspunkt bei Leopold, der eine holistische Auffassung von Ökosystemen vertritt. Holismus bedeutet hier, daß Ökosystemen eine organismische Organisation zugeschrieben wird, daß also wie bei lebenden Einzelorganismen das Ökosystemganze eine eigene Einheit bildet und daß es um die Funktion dieses Ganzen geht. Doch nicht der Ökosystembegriff spielt bei Leopold die zentrale Rolle, sondern der – schwer übersetzbare – Begriff des »land«.

»Land« bezeichnet die Einheit(en) von Böden, Gewässern, Pflanzen und Tieren. Der Mensch ist dabei explizit Teil dieser Gemeinschaft. Leopolds »Land Ethic« zielt auf eine Ausweitung dieses Gemeinschaftsgedankens in ethischer Hinsicht. Gemeinschaften von Menschen sowie Böden, Gewässer,

Pflanzen und Tiere sollen als ein moralisch relevantes Objekt zusammengefaßt behandelt werden:

»The land ethic simply enlarges the boundaries of the community to include soils, waters, plants, and animals, or collectively: the land.« (Leopold 1970:239)

Zum Ökologieverständnis Leopolds

Entscheidend für die systematische Stellung von Leopolds Ethik ist seine Interpretation der Lebensgemeinschaft (»community«) und der ökosystemaren Ideen, die Leopold seinem Begriff von »land« unterlegt. Er lehnt die Metapher einer Balance der Natur als wenig hilfreich ab: »this figure of speech fails to describe accurately what little we know about the land mechanism« (ebd.:251). Mit Bezug auf Charles Elton schlägt Leopold das Bild einer Nahrungspyramide mit komplexen Interaktionen vor: »Its functioning depends on the co-operation and competition of its diverse parts« (ebd.:253). Er rezipiert gleichzeitig ein damals sehr modernes Ökosystemverständnis der Zirkulation von Stoff und Energie innerhalb dieser Pyramide (Lindeman 1942: »trophic-dynamic aspect of ecology«; siehe Kap. 3).

Die Rolle des Menschen wird nicht generell als Störung bezeichnet. Vielmehr wird gefragt, welche Form der anthropogenen modifizierender Nutzung kompatibel mit Energiefluß und Stoffzirkulation ist und welche Veränderungen den »land mechanism« zerstören. Referenzpunkt für Vergleiche ist die Wildnis (»wilderness«), also vom Menschen nicht beeinflusste Systeme, wobei diese aber *nicht* das stets anzustrebende Ziel ist. Aldo Leopold definiert vielmehr:

»Conservation is a state of harmony between man and land« (Leopold 1970: 243). »A thing is right when it tends to preserve the integrity, stability, and beauty of the biotic community. It is wrong when it tends otherwise.« (Leopold 1970:262)

Dieses Zitat ist zum *locus classicus* für die Natur- und Umweltethik geworden. Die ähnlich klingende Begriffstriade »Vielfalt, Eigenheit und Schönheit« aus dem deutschen Naturschutzgesetz stammt allerdings aus einer anderen Tradition. Eine eindeutige Festlegung auf die individualistische oder organisierte Position der Ökologie läßt sich bei Leopold nicht vornehmen, da er sich der Ökologietheorien eklektisch bediente und nicht an der Klärung theoretischer Grundsatzfragen interessiert war. Der Idee des »land« liegt sicherlich ein im weiten Sinne ganzheitlicher Entwurf zugrunde, doch er ist nicht – beispielsweise im Gegensatz zu Friederichs (1927) und Meyer (1934) – einer

bestimmten philosophisch-biologietheoretischen Konzeption verschrieben. Die Schwäche einer gewissen begrifflichen Unklarheit ist also mit dem Vorteil der pragmatischen Umgehung ontologischer Festlegungen verbunden – und hat eine kaum übersehbare Fülle konträrer umweltethischer Interpretationen hervorgebracht, die sämtlich damit ringen, was denn die Natur von Leopolds »land« genau sei (Callicott 1989, Westra 1994, Norton 1996). Gegen eine streng physiozentrische Interpretation spricht allerdings die betonte Beteiligung der Arbeit des Menschen am »land mechanism«. Nicht die unberührte Natur, sondern die vom Menschen richtig genutzte steht im Vordergrund – ein Eigenrecht der *unberührten* Natur ist in Leopolds Entwurf gerade nicht vorrangig. Generell gilt, daß Eigenwerte der Natur und menschliche Nutzung sich nicht ausschließen müssen; insofern sind *solche* holistische Naturethiken weder streng anthropozentrisch noch physiozentrisch (zur Naturethik und der Stellung des Menschen siehe Kap. 13.3).

Evolution und Ethik

Eine vergleichbare Unschärfe in der Verwendung vermeintlich biologischer Fachbegriffe findet sich beim Thema Ethik, wo Leopold auf einen »Evolutionsprozess« hinweist. Im Laufe der Kulturgeschichte der Menschheit sei die Menge der ethisch relevanten Objekte stets umfassender geworden. Ginge es in der Antike nur um die Männer der Polis, nicht aber um Frauen und Sklaven, so seien durch die Ausweitung des Bereichs moralfähiger Wesen heute alle Menschen moralisch gleichwertig. Auch im Bereich des Sozialen habe es Erweiterungen gegeben. Noch im alttestamentarischen Gesetz Mose (Dekalog) sei es nur um die Beziehungen zwischen Individuen [und Gott! T.P.] gegangen. Die Goldene Regel habe dann das Zusammenleben der Individuen auf der Ebene der Gesellschaft integriert, umgekehrt habe die Demokratie das Verhältnis sozialer Organisation zum Individuum bestimmt. Was nach Leopold nun fehlt, ist eine Ethik, die die Beziehungen zwischen dem Menschen und dem »land« sowie den darauf lebenden Tieren und Pflanzen regelt. Die dabei absehbare erneute Ausweitung geschieht für Leopold mit Notwendigkeit, die sich ebenso in Begriffen der Biologie wie der Philosophie ausdrücken läßt.

»An ethic, ecologically, is a limitation on freedom of action in the struggle for existence. An ethic, philosophically, is a differentiation of social from anti-social conduct. These are two definitions of one thing.« (Leopold 1970:238)

Ökologische und philosophische Dimension interpretiert Leopold anscheinend im Sinne der evolutionären Ethik: die konstatierte Ausweitung moralischer Objekte in der [westlichen! T.P.] Geschichte könne evolutionsbiologisch über den Selektionsvorteil moralischen Verhaltens in Gruppen erklärt werden. Mit diesem Erklärungsversuch gehen eine Affirmation dieser Entwicklung und ein moralischer Appell einher, diese scheinbar naturwüchsig entstehende ethische Relevanz der Natur auch aktiv zu fordern und zu fördern. Aus systematischer Perspektive bleibt Leopolds Position wiederum widersprüchlich, denn die kulturhistorische Entwicklung bleibt letztlich eben nicht notwendig biologisch determiniert. Zwischen faktischem Behaupten einer Zwangsläufigkeit und der Hoffnung auf Besserung durch Einsicht neigt Leopold letzterer zu, denn er ist sich nicht sicher, ob die evolutiven Prozesse zur Einsichtsfähigkeit des Menschen rechtzeitig wirksam würden. Die Rede von »Evolution« wechselt zwischen metaphorischem Gebrauch und Verwendung als Kausalerklärung. Auch wenn Leopold evolutiv-ökologische und philosophische Aspekte der »Ethik« als zwei Definitionen einer Sache bezeichnet, so reduziert er dennoch die Einsichtsfähigkeit und Handlungsfreiheit nicht auf ein rein biologisch (weg)erklärbares Phänomen. Letztere Interpretation findet sich seit den 1970er Jahren in der soziobiologisch interpretierten Evolutionären Ethik und im später geprägten Begriff der Biophilia.

7.4 Die Biophilia-Hypothese: biologistisch-kosmologische Säkularisierung der »Verantwortung für die Schöpfung«

Der einflußreiche Evolutionsbiologe Edward O. Wilson veröffentlichte 1984 ein Buch mit dem Titel »Biophilia – the human bond with other species«. Er definiert Biophilia als »the innate tendency to focus on life and lifelike processes« (Wilson 1984:1). Verstärkt werde die angeborene Tendenz jedes Menschen, sich zu anderen Lebewesen hingezogen zu fühlen, durch die von der biologischer Forschung eröffneten Perspektiven. Eine bessere Erkenntnis wiederum habe positive Konsequenzen für die Ethik:

»There is more. Modern biology has produced a genuinely new way of looking at the world that is incidentally congenial to the inner direction of biophilia. [...] (I)nstinct is in this rare instance aligned with reason. [...] (T)o the degree that we come to understand other organisms, we will place greater value on them, and on ourselves.« (ebd.:1)

Im Buch selbst berichtet Wilson nicht über verhaltenbiologische Studien am Menschen, sondern zum größten Teil über seine persönlichen Erlebnisse und Gefühle als Naturforscher in den Tropen. Biophilia wird dementsprechend aus (s)einer Selbstbeobachtung entwickelt. Wilson wendet die von Aldo Leopold bekannte Technik populärwissenschaftlicher Erlebnisprosa in Form von »Ein Mann in der Natur« an, deren literarische Vorbilder beispielsweise Ralph Waldo Emerson oder Henry David Thoreau (1989/¹1854) sind. Der Naturschutz-Kosmologe Leopold hatte im »Sand County Almanach« jedoch persönlichen und ethisch-systematischen Teil noch getrennt.

Knapp zehn Jahre nach Wilsons persönlichem Bericht erschien »The Biophilia Hypothesis« (Kellert & Wilson 1993) mit dem Anspruch einer biologischen Theorie in statu nascendi:

»The human inclination to affiliate with life and lifelike process is:

- inherent (that is, biologically based)
- part of our species' evolutionary heritage
- associated with human competitive advantage and evolutionary fitness
- likely to increase the possibility for achieving individual meaning and personal fulfilment
- the self-interested basis for a human ethic of care and conservation of nature, most especially the diversity of life.« (Kellert 1993:21)

Der Begriff der Biophilia hat eine Doppelstruktur in seiner Bedeutung. Zum einen wird die genetisch fixierte Tendenz der Zuneigung des Menschen zu anderen Lebewesen nicht nur postuliert, sondern als soziobiologisch begründbares und begründetes Faktum bezeichnet. Zum anderen wird behauptet, daß es aufgrund der Entdeckung von Biophilia möglich geworden sei, mit Hilfe der Weiterverbreitung dieses Wissens zukünftig mit bewußt(er)em Handeln im globalen Umweltmaßstab die Dinge zum Besseren zu wenden, um ein partnerschaftlicheres Naturbild weiter zu befördern. Mit anderen Worten: der vermeintliche Beweis der biologischen Ursache einer Fähigkeit zum guten Willen im naturethischen Sinne wird mit der Hoffnung auf bessere Zeiten und einem moralischen Appell verknüpft. Biophilia zeigt die charakteristischen Widersprüchlichkeiten jeder evolutionsbiologischen Ethik-konzeption:

- Gefahr des naturalistischen Fehlschlusses (vgl. Engels 1993; Kap. 12): Es gibt keinen in der Evolution selbst liegenden moralischen Grund, den Fortgang der Evolution zu erhalten; eine solche Norm kann allein aus einer zusätzlichen, genuin normativen Argumentation entwickelt werden.

- Wenn die Fähigkeit zu moralischem Handeln einen faktischen Selektionsvorteil bedeutet, dann müßte ohnehin jeder und jede notwendig sittlich handeln, denn ansonsten wäre der Fortpflanzungserfolg nicht gesichert. »Umweltschonende Moral« müßte sich demnach evolutionär durchsetzen.
- Aufgrund der Kenntnis dieser evolutionsbiologischen Erklärung sollen andererseits verbesserte Bedingungen für eine bewußte, einsichtsvolle Wahl bei Handlungen gegeben sein. Unstrittig ist, daß in zunehmendem Maße die angemessene Beurteilung natürlicher Zusammenhänge Grundlage und Anlaß für moralisches Handeln darstellen sollte. Doch es fehlt die entscheidende Begründung, warum ausgerechnet die Kenntnis einer genetischen Disposition die moralische Einsichtsfähigkeit verbessern sollte.
- In gewissem Sinne wird zugleich ein »normativistischer Fehlschluß« (vgl. Hastedt 1991:121, 159) begangen, wenn angenommen wird, von der allgemeinen in Biophilia angegebenen Norm unmittelbar die Handlungsweisen und Bewertungen spezifischer Fälle ableiten zu können. Was im Einzelfall aber Biophilia gebietet, bleibt unklar. *Daß* der Mensch in der Lage ist, die Natur zu schätzen, bedeutet noch nichts für die Richtigkeit und Angemessenheit seiner Handlungen.
- Die ursprüngliche Bedeutung des Moralischen verschwimmt: Moral als Selektionsvorteil kennt allein das Überleben, bzw. den differentiellen Fortpflanzungserfolg der Individuen als Grund, verantwortliches Handeln zum Schutze der Natur als »gut« zu qualifizieren. Die Idee genuin sittlicher Handlungen impliziert im Gegensatz dazu aber gerade die Möglichkeit der bewußten Freiheit zur Entscheidung für oder gegen eine bestimmte Handlung oder – allgemeiner – moralische Normen. Beides setzt Wahl- und Entscheidungsfreiheit voraus. Wenn jedoch Moralität als adaptiv gilt, macht es keinen Sinn mehr, Handlungen als sittliche zu interpretieren: »(E)volutionary ethics has lost its normative dimension. [...] One cannot be praised for acting in accord with natural selection. Either a certain ethical tendency is selected for or it is not.« (Shrader-Frechette 1990:188).
- Die Biophilia-Hypothese verwechselt Genese und Geltung. Selbst wenn Biophilia faktisch eine evolutionär entstandene Anpassung wäre, bedeutet dies noch nicht die moralische Gültigkeit der Norm, rücksichtsvoll gegenüber anderen Organismen zu handeln.

Auch die Belege für das faktische Vorliegen von Biophilia überzeugen nicht. Die von Wilson und anderen (Beiträge in Kellert & Wilson 1993) betonte in-

dividuelle Erlebnisperspektive genügt nicht den Kriterien für wissenschaftlich begründete Aussagen. Empirisch-sozialwissenschaftliche Evidenz wird nicht vorgelegt. Zudem ist es trivial festzustellen, daß Menschen sich irgendwie mit »der Natur« verbunden fühlen. Wenn aber, wie Ulrich (1993) darlegt, nur *Ausschnitte der Natur*, nämlich bestimmte Arten und Landschaftstypen, bevorzugt werden, dann macht die allgemeine Behauptung von Biophilia überhaupt keinen Sinn. Biophilia gibt keine Auskunft über Präferenzen des Menschen, die nicht schon im Rahmen der evolutionsbiologischen Analyse möglicher günstiger Lebensräume des vor-neolithischen Menschen bekannt gewesen wären (offenes übersichtliches Hügelgelände, Nähe zu Wasserläufen oder Quellen etc.). Genausowenig kann die Behauptung einer besonderen Nähe der BiologInnen zu ihren Forschungsobjekten mit Biophilia begründet werden. Es bleibt offen, ob beispielsweise das Erstellen aufwendiger Photobände über die Natur mit hohen Energie- und Chemikalieneinsatz sowie Abfallproblemen, das Sammeln, Abtöten und Präparieren von oder Experimentieren mit lebenden Organismen als Belege oder Gegenbeweise für die Biophilie der Forschenden gelten dürfen.

Im Falle der Biophilia scheint einmal mehr die Quadratur des Kreises vorgenommen, da mit wissenschaftlicher Autorität etwas wissenschaftlich nicht Überprüfbares behauptet wird. Empathie, persönliche Nähe und ähnliche Eigenschaften sollen ja im modernen Wissenschaftverständnis gerade *nicht* Teil der naturwissenschaftlichen Empirie und Theorie sein. Die Freude am Forschen ist rein privat und darf die Ergebnisse auf keinen Fall inhaltlich beeinflussen. So sympathisch die Metaerzählung (siehe Kap. 12.2) der Biophilia ist, sie ist zum Großteil nicht naturwissenschaftliche Erklärung sondern Element einer hermeneutischen Auslegung des Mensch-Natur-Verständnisses, die per definitionem nicht Teil der Naturwissenschaft sein darf. Würden die Thesen zu Biophilia ernst genommen, dann bedeutete dies die Forderung nach einer radikal neuen Wissenschaft, die den Rahmen der modernen naturwissenschaftlichen Tradition – bewußt – sprengt. Biophilia scheint ein säkularisierter Tröstungsversuch für Menschen zu sein, denen »Verantwortung für die Mitgeschöpfe / die Schöpfung« zu religiös belastet ist. Es zeigt exemplarisch die Problematik biologistischer Kosmologien, die den erklärten Verzicht auf Natur-Metaphysik auf schlechte Weise durch »Orientierungswissen« zu kompensieren versuchen.

Fazit des Teils II

Veränderte wissenschaftliche Konzepte beeinflussen notwendig auch Gegenstandsbereich und Begründungsmuster der Ethik, insofern neue Aspekte »der Natur« ins Blickfeld geraten, andere dagegen weniger wichtig werden oder gar verschwinden. Dieser Versuch eines Brückenschlags wird – wenig überraschend – vor allem von Forschenden aus Evolutionsbiologie und Ökologie gemacht, die über ihre Fachdisziplin im Sinne des Naturschutzes wirken wollen. Zum einen ist es notwendig, neue Fachkenntnisse zu verbreiten und alte Irrtümer zu beseitigen, zum anderen geht es darum, dem Naturschutz mit neuen, treffenderen Argumenten zu besserer Durchsetzung zu verhelfen.

Für jede Ethik muß – pejorativ gesprochen – die Verlockung groß sein, ihre jeweilige Sicht auf die Natur mit naturwissenschaftlichen Theorien und Fakten zur unhintergehbaren Gewißheit zu machen. Naturwissenschaftliche Aussagen sind – nach Überprüfung und im Rahmen des Paradigmas und für eine bestimmte Zeit – zustimmungspflichtig, sofern man den zugrundeliegenden Rationalitäts- und Objektivitätsbegriff akzeptiert. Welt- und Naturbilder sowie ethische Entwürfe sind demgegenüber wohl eher zustimmungsfähig kraft ihrer Argumentation. Die Ethik nimmt naturwissenschaftliche Aussagen auf, schließt diesen Bereich in sich ein, und geht gleichzeitig notwendig darüber hinaus. Umgekehrt entsteht aus der moralisch motivierten Sorge um die Umwelt auch Aufmerksamkeit für die Finanzierung neuer Forschungen. Dann lautet die Frage, ob im Rahmen der Ethik zwischen (objektiv begründetem bzw. intersubjektiv zu akzeptierenden) naturwissenschaftlichen Naturbild und (argumentativ zu vermittelnder) Norm stets eindeutig zu trennen ist. Idealtypisch stehen sich faktische und normative Aussagen über die Natur bzw. Prozesse in der Natur komplementär und logisch nicht auseinander ableitbar gegenüber. Ziel des weiteren Fortgangs der Untersuchung wird sein, zu prüfen, inwiefern das aufgewiesene wechselseitige Beeinflussungsverhältnis zwischen Tatsachenaussagen über die Natur und Normen für das menschliche Handeln im Rahmen der Naturschutzethik als unzulässig zurückzuweisen ist, bzw. inwiefern beide Sphären dennoch vermittelbar sind.

Die faktische phylogenetische Verbindung des Menschen mit allen Formen des Lebens besagt zunächst einmal nichts für seine moralischen Gefühle und Präferenzen diesen gegenüber. »Evolutionäre Verbundenheit« wirkt im Umweltdiskurs aber gleichzeitig als Faktum und Metapher, und die Metaphorik von Biodiversität und Biophilia transportiert implizit moralische Ansichten. Die Idee einer Verantwortung für andere evolvierte Lebewesen ist *prima facie*

– und sei es allein aus instrumentellen Gründen – einsichtig. Ihre Konsequenzen für konkrete Begründungen und Handlungsanleitungen des Naturschutzes bleiben allerdings unklar.

Ein zentraler neuer Aspekt ist der Bezug auf große (Zeit)Dimensionen, der seit Otto Frankel in Verbindung mit dem Hinweis auf die evolutionäre Verantwortung in die Umweltethik eingegangen ist. Ein zweiter Punkt ist die zunehmende Fokussierung der genetischen Ebene auch im Naturschutz im Zusammenhang einer bestimmten Interpretation des Biodiversitätsbegriffs. Ein dritter – und vielleicht der folgenreichste – Gedanke liegt in der zunehmenden Betonung des Prozeßcharakters in der Natur, der durch Verweise auf die Evolutionsbiologie gestützt wurde. Offenheit der Entwicklung und Veränderlichkeit von Arten und ökologischen Systemen lassen das Ziel eines konservierenden Naturschutzes – nach Erhaltung von Arten und bestimmten Zuständen ökologischer Systeme – anachronistisch, ja geradezu naturwidrig erscheinen.

Die Doppelbedeutung des Evolutionsbegriffs als wissenschaftliche Theorie und gleichzeitig als Chiffre für eine übergreifende Weltsicht ist keine neue Entdeckung. Für die weitere Analyse ist aber bedeutsam, welche (Welt)Bilder mit dem naturwissenschaftlichen Entwurf kompatibel sind, welche naheliegen und welche nicht.

Thesen zum Teil II

Historische und epistemologische Aspekte

- 1 Das Konzept von Biodiversität unter dem Aspekt genetischer Vielfalt beruht seit den 1930er Jahren auf einer (agrar)ökonomisch orientierten Verknüpfung von Kulturpflanzenzüchtung und angewandter Evolutions- und Populationsgenetik.
- 2 Die durchschlagende Wirkung des Begriffs ist undenkbar ohne die Wahrnehmung einer globalen Bedrohungen der belebten Welt: Die Möglichkeit einer globalen Katastrophe, ebenso aber Zutrauen in die Möglichkeit eines globalen Managements sind notwendige Voraussetzungen.
- 3 Erstaunen und Erschrecken insbesondere der in den Tropen arbeitenden BiologInnen über das Ausmaß des Artenreichtums und dessen Bedrohung durch die Naturzerstörung zieht wissenschaftlich-politische Aktivitäten

- nach sich: Forschungen, Naturschutzaktivitäten und ethische Entwürfe unter dem neuen Banner der Biodiversität und der Erhaltung der Evolution.
- 4 Biodiversität bringt Denkfiguren der Klassischen Naturgeschichte in die evolutionstheoretisch geprägte Biologie des späten 20. Jahrhunderts zurück:
Die Aufwertung genetischer Vielfalt »an sich« bei gleichzeitigem Verweis auf den Bezugshorizont von hunderttausenden von Jahren gemahnt fast an den Begriff der Ewigkeit (»for ever time scale«) und ent-zeitlicht die Naturschutzbiologie.
Im Zeitalter der Knappheit wird eine in der Biologie weitgehend ausgeschlossene Sichtweise auf die Fülle und die Reichhaltigkeit der Natur wieder freigelegt.

Konsequenzen für den Naturschutz

- 5 Biodiversity im engeren Sinne von Artenvielfalt verstanden ist verglichen mit bestehenden Diversitätskonzepten in der Ökologie kein innovatives heuristisches Prinzip.
- 6 Konzeptionell, heuristisch und normativ bedeutsam sind die von Frankel bereits 1970 vorgelegten evolutionstheoretischen Überlegungen zum Verlust genetischer Vielfalt, insbesondere hinsichtlich raum-zeitlicher Skalenfragen. Gegen erstarrte Vorstellungen, daß alles so bleiben sollte, wie es einmal war, bietet das neue Kriterium »Evolutionstauglichkeit erhalten« die notwendige Perspektive der Veränderlichkeit in den Arten- und Naturschutz.

Ethische Implikationen

- 6 Die Mannigfaltigkeit der Organismen und Lebensräume erhält ihren Sinn nicht mehr wie früher durch den Plan eines Schöpfers. Sie wird jedoch nicht allein als Überlebensnotwendigkeit für »die Menschheit/den Planeten« verstanden, sondern auch als Selbstzweck der Evolution »an sich«. Vielfalt erhält eine biologische Begründung mit teleologischen Ingredienzen: »Evolution – der Weg ist das Ziel!«.
- 7 Evolution erscheint in diesem weiten Verständnis auch für die Naturschutzperspektive als Chiffre für eine dynamische, veränderliche Welt und gleichzeitig als neues Wort für die Gesamtheit der zu erhaltenden Natur,

- für die Menschen Verantwortung obliegt. Auch eine affirmative Verwendung des Begriffs »Biophilia« ist dahingehend zu verstehen.
- 8 Die Konzeption einer naturalistischen Evolutionären Ethik – auch im Sinne von »Biophilia« als genetisch fixierter Neigung zum Naturschützen – ist als inadäquat und inkonsistent zurückzuweisen: indem sittliches Handeln evolutionsbiologisch als Selektionsvorteil gedeutet wird, verliert es den Charakter dessen, was den Begriff Moral im philosophischen Sinne ausmacht; konsequenterweise wäre Moral im herkömmlichen Sinne dann ein Scheinphänomen oder schlichtweg überflüssig.
 - 9 »Biodiversity« ist eine wirksame Metapher zum Zwecke erfolgreicher Naturschutzbegründungen. Die Funktion ist aber ambivalent und liegt quer zur Trennung anthropozentrisch/physiozentrisch:
 - Einerseits erfolgt eine verstärkte Ökonomisierung der »lebendigen Vielfalt« als natürliche Ressourcen (Folge von 1.), die zu einer eindimensionalen Sichtweise ausschließlich nach Kriterien der Nützlichkeit führt.
 - Andererseits wird betont, daß es unmöglich ist, den Schutz aller Arten und Habitate ökonomisch oder global-evolutionär zu begründen. Denn es ist nicht klar, welche Art des Fortgangs der Evolution aus der Perspektive des Menschen notwendig ist. Die Betonung eines Wertes verlagert sich auf Kriterien wie Schönheit, Verantwortlichkeit von Menschen für alles Lebendige, die in der umfassenden Konzeption von Biodiversität implizit transportiert werden.
 - 10 Der Vergleich anthropozentrischer und physiozentrischer Positionen zeigt eine ähnliche Argumentationsstruktur – allerdings mit jeweils spiegelverkehrtem Bezug auf Begründungsebene und strategischer Ebene. Die physiozentrische Zuschreibung eines Selbstwertes der Natur wird zur kulturell, also anthropozentrisch ausgerichteten, notwendigen Bedingung einer Lösung der Umweltprobleme erhoben. Umgekehrt soll eine anthropozentrische Naturethik die beste Garantie zur Erhaltung der Natur sein.

Teil III

Evolutionprozesse – Naturschutzziele –
Naturschutzpraxis

Fallbeispiele

Teil III umfaßt Beispiele unterschiedlicher Art, die naturethisches und naturschutzbezogenes Argumentieren mit dem Evolutionsbegriff dokumentieren. Die Auseinandersetzung um den Status gentechnischer Methoden und um die Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen ist ein Paradebeispiel dafür, wie Argumente, die sich auf »die Evolution« beziehen, unterschiedliche und einander widersprechende Positionen stützen sollen. Rekurse auf die Evolution und neuere Erkenntnisse der Evolutionsbiologie prägen insbesondere die Fragen um die »Natürlichkeit« gentechnischer Methoden sowie die ökologische Risikoabschätzung der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen. Der Evolutionsbegriff findet dabei stellvertretende Verwendung für kosmologisch überhöhte Naturbilder und dient der Verteidigung moralischer Standpunkte (Kap. 8).

In Kap. 9 geht es um die Verwendung des Evolutionsbegriffs zur Erläuterung *und* Begründung der übergreifenden Naturschutzkonzepte »Prozeßschutz« und »Kulturlandschaftsschutz«. Daran anschließend wird den Begriff der evolutiven Potentiale analysiert und sein Bezug zur Naturschutzpraxis untersucht.

Anknüpfend an den Begriff evolutiver Potentiale soll im Kap. 10 die Rolle der Genetik im Naturschutz betrachtet werden. Im Vordergrund stehen die praktische Bedeutung und die Angemessenheit genetischer und gentechnischer Methoden sowie konzeptionelle Folgeprobleme eines auf die Ebene der Gene fokussierten Konzepts in bezug auf die Evolutionsperspektive.

8 Evolutionsbegriff und Natur-Vorstellungen in der Gentechnikdebatte: Werturteile hinsichtlich der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen

Der Streit um die Entwicklung, die Nutzung und die Risiken der Gentechnik scheint nur auf den ersten Blick kein einschlägiges Naturschutzthema zu sein. Zum einen sind mit der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen, dem möglichen Ausbreitungspotential der Organismen und ihrer Trans-Gene praktische Naturschutzfragen direkt angesprochen, weil es um die Beeinflussung ökologischer Systeme und wildlebender Organismen geht. Es ist mit einer zunehmenden Brisanz des Themas zu rechnen, weil kommerzielle Freisetzungen transgener Organismen in den kommenden Jahren zahlenmäßig stark zunehmen werden. Zum anderen stellt die Gentechnikdebatte ein Feld umweltethisch und umweltpolitisch motivierter Auseinandersetzungen um das »richtige« Verständnis der Evolutionsprozesse dar. Das Verhältnis zwischen Evolutionsbegriff und Ethik wird im folgenden exemplarisch hinsichtlich zweier gegensätzlicher Argumentationen analysiert. Dabei ist die Frage des naturalistischen Fehlschlusses aufgeworfen, weil (auch) in der Gentechnikdebatte naturwissenschaftliche Erkenntnisse und kosmologische Evolutionskonzepte zur Ableitung moralischer Beurteilungen und Handlungsnormen eingesetzt werden.

8.1 Problematik, Begriffsklärungen und These

»Wir bringen auch größere Bäume und Pflanzen hervor, als natürlich ist, größere und süßere Früchte, von ihrer gewöhnlichen Art unterschieden an Geschmack, Geruch und Farbe. Und viele davon bereiten wir so, daß sie zu medizinischen Zwecken geeignet sind. [...], und auch neue und unbekannte Pflanzen ziehen wir, die sich von den gewöhnlichen unterscheiden. Wir haben auch Käfige und Gehege für Säugetiere und Vögel aller Art. [...] Wir machen an

diesen Tieren Versuche. [...] Wir machen auch die einen künstlich größer und länger, als sie von Natur aus sind, andere wieder umgekehrt zwergenhaft klein und nehmen ihnen ihre natürliche Gestalt. Außerdem machen wir die einen fruchtbarer und mehrbäriger, als sie ihrer Natur nach sind, die anderen umgekehrt unfruchtbar und zeugungsunfähig. Auch in Farbe, Gestalt und Gemütsart verändern wir sie auf vielerlei Art und Weise. Wir sorgen ferner für Kreuzungen und Verbindungen von Tieren verschiedener Arten, die neue Arten hervorbringen, die trotzdem nicht unfruchtbar sind, wie die allgemeine Ansicht ist. [...] Jedoch tun wir das nicht aufs Geratewohl, sondern wir wissen genau, welches Tier aus welchem Stoff hervorgebracht werden muß.« (Bacon 1960^[1627]:207f.).

Stellt die moderne Gentechnik einen Realisierungsversuch von Herrschaftsphantasien über die Natur dar, wie sie Francis Bacon in »Nova Atlantis« aus dem 17. Jahrhundert entwarf? Besteht das Ziel in der Verbesserung einer hinsichtlich der Interessen des Menschen mangelhaften Natur? Ist die Manipulation der Gene ein neuer, gleichsam natürlicher Schritt in der Evolution des Lebens, oder gerät damit die natürliche Stammesgeschichte in Gefahr? Besteht gar ein Tabubruch, weil eine Grenze der Manipulierbarkeit überschritten wird, jenseits derer es dem Menschen nicht gestattet ist zu agieren? Ist die Gentechnik in diesem moralisch aufgeladenen Sinne widernatürlich?

Die Beantwortung solcher Fragen hängt entscheidend vom zugrundeliegenden Naturbild ab. Um die vielschichtige Thematik einzugrenzen, beschränke ich mich auf diejenigen Naturvorstellungen, die sich dezidiert auf Erkenntnisse der Naturwissenschaften berufen. Die Einschränkung hat aber nicht vorrangig pragmatische Gründe, denn Vorstellungen über die Natur werden in unserem Gesellschaftssystem zum großen Teil davon bestimmt, was naturwissenschaftlich über das Funktionieren der Natur ausgesagt wird (siehe Kap. 7). Bezüglich der aktuellen Einschätzungen sowohl der Risiken als auch der ethischen Relevanz der Gentechnik sind die naturwissenschaftlichen Naturvorstellungen insbesondere auf zwei Feldern relevant.

- Welches Verständnis von Evolution wird vertreten? Unstrittig ist, daß Evolution das grundlegende der belebten Natur innewohnende Phänomen ist. Der Verweis auf »die Evolution« steht – wie gezeigt werden wird – paradigmatisch für das gesamte Naturbild. Eine evolutionsbezogene Argumentation nimmt die Legitimität für sich in Anspruch, mit der »richtigen«, der wissenschaftlichen Sicht auf die Natur zu operieren.
- Wie schätzt man die Wechselbeziehungen in und die Stabilität oder Veränderlichkeit von ökologischen Systemen ein, und welche Folgerungen werden hinsichtlich der Gentechnik gezogen?

Auch in der Gentechnikdebatte eröffnen der Evolutionsbegriff sowie Fragen der Stabilität und Veränderlichkeit ökologischer Systeme ein Projektionsfeld für Naturentwürfe, die Werthaltungen und Bekenntnisse transportieren.

»KritikerInnen« und »BefürworterInnen« der Gentechnik werden im folgenden als Blöcke gegenübergestellt, um die Unterschiede, aber auch die Gemeinsamkeiten zwischen ihnen deutlich zu machen. Vor allem jenseits der öffentlichen Debatten zeigen sich innerhalb dieser Gruppen durchaus erhebliche Differenzierungen und Diversifizierungen. Unter Gentechnikdebatte fasse ich Auseinandersetzungen über die Sicherheit, mögliche Folgen und Risiken gentechnischer Manipulationen an Lebewesen zusammen, soweit die Debatte mit naturwissenschaftlichen Argumenten oder unter Verweis auf deren Autorität geführt wird. Einbezogen sind dabei Aussagen über den Charakter der gentechnischen Eingriffe selbst. Die Begriffe »Natur« und »Evolution« möchte ich wie bisher auf die biologische Evolution der nicht-menschlichen Natur eingrenzen, denn die Diskussion über die Natur und die Evolution des Menschen im Hinblick auf die Gentechnik ist ein eigenständiges Thema der Anthropologie und Medizinethik. Durch diese Einschränkungen ergibt sich, daß es um die Auseinandersetzungen über Folgen der gewollten und/oder unbeabsichtigten Freisetzung gentechnisch veränderter Lebewesen – Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen oder deren transgener Erbinformation – in die Umwelt geht. Zwei aus den oben genannten grundsätzlichen Fragen abgeleitete Streitpunkte bestimmen die naturwissenschaftliche Debatte zur Gentechnik und zur Freisetzung transgener Organismen:

- Umstritten ist, inwiefern gentechnische Veränderungen den in der Evolution auftretenden Genübertragungsmechanismen vergleichbar sind und welche ethischen Implikationen für menschliches Handeln sich daraus ergeben (Kap. 8.2).
- Erhebliche Meinungsunterschiede bestehen hinsichtlich möglicher Auswirkungen von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) auf die natürliche Evolution. Die Frage ist, inwiefern die Prozesse der Artbildung, der Stammesgeschichte sowie die langfristige Dynamik ganzer Ökosysteme - kurz: »die Evolution« - durch transgene Organismen verändert werden können und ob dies in einer für Menschen und Natur problematischen Weise geschieht (Kap. 8.3.). Strittig ist weiter, ob die erwarteten Folgen bzw. eine Entscheidung unter Unsicherheit über mögliche Folgen ethisch akzeptabel und damit verantwortbar sind.

Zwischen Mitte der 70er und Beginn der 80er Jahre gab es einen rasanten Fortschritt in der Entwicklung gentechnischer Methoden, und man befaßte sich zunehmend auch mit anderen Lebewesen als den »klassischen« Labororganismen. Die Bestätigung der Universalität des genetischen Codes eröffnete Perspektiven auf mögliche Anwendungen der Gentechnik bei Nutztieren und -pflanzen. Damit gerieten allgemeine ökologische Folgen der Gentechnik ins Blickfeld: Die Debatten entzündeten sich an der geplanten absichtlichen Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen zu land- und forstwirtschaftlichen Zwecken sowie in der Umweltbiotechnologie. Die außermenschliche Natur war also erst relativ spät ins Zentrum des Interesses gerückt worden – als Resultat der geplanten Umgestaltung der Natur zum Zwecke menschlicher Nutzung. Dagegen wurde sofort Einspruch erhoben.

In der Bundesrepublik Deutschland tagte 1984-86 die Enquête-Kommission des Bundestages »Chancen und Risiken der Gentechnologie«. Der Biophysiker Ernst Ulrich von Weizsäcker wurde dabei zum Thema »Konsequenzen der Gentechnologie aus der Sicht der modernen Evolutionstheorie« gehört. Im Kommissionsbericht wird Evolution meist als Tatsachenfeststellung im Sinne von Stammesgeschichte aufgefaßt, in der Abschlußbewertung heißt es allerdings:

»Mit der Gentechnologie verfügt der Mensch vielleicht über neue Möglichkeiten, durch gezielten Genaustausch über Artgrenzen hinweg die natürliche Evolution mit neuen Stufen der Geschwindigkeit und Direktheit zu beeinflussen. Damit tragen wir eine besondere Verantwortung [...].« (Dt. Bundestag 1987:229)

Natürliche Evolution erscheint als Prozeß, für den der Mensch Verantwortung zu tragen hat. Eine solche Verknüpfung entspricht allgemeinen theologischen oder säkularisierten Konzepten von der »Verantwortung für die Schöpfung« bzw. »für die Natur« (siehe Kap. 7). Dieses Motiv der Verantwortung hat Hans Jonas (1984) für die Technikethik stark popularisiert. In der Bundesrepublik regte insbesondere der Biologe und Theologe Günter Altner an, daß die Diskussion ökologischer Risiken um Fragen zur Veränderung natürlicher Evolutionsprozesse zu erweitern sei (Altner 1987). Von Altner initiiert erschien 1991 eine Studie des Öko-Institutes Freiburg mit dem Titel »Experimente mit der Evolution – zum Verhältnis von Evolution, Züchtung und Gentechnologie« (Chadarevian *et al.* 1991), in der grundsätzliche Aspekte der »Natürlichkeit« der Gentechnik diskutiert wurden.

Bewertungen möglicher Freisetzungsfolgen beruhen sowohl auf der – je unterschiedlichen – Rezeption evolutionsbiologischer und ökologischer Kon-

zepte als auch auf der jeweiligen Position bezüglich der Frage einer grundsätzlich neuen Qualität von GVO. Standpunkte im Hinblick auf die Evolution bestehen also notwendigerweise aus einer Kombination naturwissenschaftlicher, philosophisch-wissenschaftstheoretischer und normativ-ethischer Argumente. Meine These lautet daher, daß der Verweis auf »die Natur/die Evolution« von allen Diskutanden dazu genutzt wird, ihre jeweilige Auffassung zu den zentralen Streitpunkten der Gentechnikdebatte auch ethisch zu legitimieren (Kap. 8.4).

8.2 »Natürlichkeit« der Gentechnik: Evolution als Kriterium?

Neue Qualität gentechnischer Methoden: naturalistische Rechtfertigungsversuche und Kritik

Wie »natürlich« sind gentechnische Eingriffe des Menschen in die Natur? In dieser Frage sind zwei Aspekte miteinander verknüpft. Erstens ist die *Beurteilung* umstritten, ob mit gentechnischen Methoden gegenüber der konventionellen Züchtung eine neue Qualität der Veränderung ins Spiel kommt. Dabei werden konventionelle Züchtung und Gentechnik in einen allgemeineren Vergleich zwischen künstlicher - also vom Menschen mehr oder weniger direkt manipulierter - und natürlicher Evolution einbezogen. Zweitens geht es um die *Bewertung*, ob und inwiefern aufgrund dieser Vergleiche Gentechnik als moralisch problematisch oder unproblematisch eingestuft wird.

In der Erörterung des ersten Punkts wird direkt auf die Evolutionstheorie Bezug genommen, die in ihrer »klassischen Form« der Modernen Synthese (Huxley 1942) vier Kausalfaktoren des Evolutionsprozesses nennt: Mutation, Selektion, Isolation und genetische Drift (»Zufall«; vgl. Futuyma 1986a). Nach Schmitt (1993) hat der Mensch in der Züchtung bislang die Rolle der Selektion übernommen. Mit gentechnischen Methoden steht nun auch der Faktor einer mehr oder weniger *gezielten* Mutation zur Verfügung, indem Genregulation und -kombination spezifisch verändert werden sollen. Ich ergänze an dieser Stelle, daß letzteres den Unterschied zu konventionellen Mutagenesemethoden, beispielsweise Colchicin als Mitosehemmer zur Polyploidisierung oder radioaktive Bestrahlung, begründet. Allgemein wird betont, daß der Mensch als biologische Art selbstverständlich die Evolution mit beeinflußt. Seit Beginn der Neuzeit hat dieser Einfluß in ungeahntem Maße zu-

genommen. In diesem letzten Punkt besteht weitgehend Einigkeit (vgl. Markl 1986a, Chadarevian *et al.* 1991). Die nicht mehr rückgängig zu machende globale Beeinflussung aller Evolutionsprozesse durch den Menschen im Kontext ökologischer Fragen hatte bereits Julian Huxley (1963) auf dem CIBA-Symposium »Man and his future« betont, in dem es ansonsten vor allem um die genetische Konstitution des Menschen ging (vgl. Wolstenholme 1963).

Unstrittig ist weiterhin, daß alle menschlichen Aktivitäten im Gegensatz zu vergleichbaren natürlichen Ereignissen rechenschaftspflichtig sind. Die Scheidelinie unterschiedlicher ethischer Standpunkte verläuft innerhalb der Spannbreite menschlicher Eingriffe. Unterliegt die Gentechnik einer herausgehobenen, besonders strengen Form der Rechenschaftspflicht im Vergleich zur herkömmlichen Umgestaltung der Natur und der konventionellen Züchtung? BefürworterInnen und AnwenderInnen der Gentechnik verweisen darauf, daß letztlich der Mensch immer nur die in der Natur vorfindlichen Mechanismen für sich nutzen könne, und daß z.B. die heutige Biotechnologie sich nicht von den seit Jahrtausenden auf der Funktion von Mikroorganismen beruhenden Techniken des Bierbrauens oder Backens unterscheide. Diese Argumentation äußerte Markl bereits 1985 in einem Vortrag zu Evolution und Gentechnologie: »Evolution ist biologische Gentechnik« (Markl 1986b:19). Genau anders herum, aber mit derselben Stoßrichtung argumentiert Anderson (1987): Die Evolution hat den Menschen hervorgebracht, also ist alles, was der Mensch macht, Teil der Evolution der Natur. Im selben Sinne betont Reich:

»Seit zehntausenden von Jahren manipulieren die Menschen [ebenso] am Genom, und Kulturpflanzenzüchtung ebenso wie Schutzimpfungen sind das Resultat sorgfältig ausgewählter Genveränderungen. [...] Die Natur betreibt Gentransfer und Genmanipulation seit Milliarden Jahren und wir überschreiten keineswegs eine heilige Grenze, wenn wir ihr es nachtun.« (Reich in DIE ZEIT Nr.13, 25.3.1994)

Es findet eine naturalistische Rechtfertigung (Rottschaefer 1991) menschlicher Tätigkeit durch Gleichsetzung mit analogen Vorgängen in der nicht-menschlichen Natur statt. Dabei erhält im ersten Schritt die *natürliche* Evolution den Status als Vorbild für menschliches Handeln. Weil die Natur es so macht, darf auch der Mensch entsprechend handeln. In einem zweiten, allerdings nicht immer explizit ausgewiesenen, Argumentationsschritt wird dann unterstellt, daß die Gentechnik und ihre Auswirkungen nicht grundsätzlich anders als natürliche Prozesse zu bewerten seien, weil die

Technik nur natürliche Möglichkeiten nutze. Unabhängig davon, ob es aus naturwissenschaftlicher Perspektive plausibel erscheint, bestimmte gentechnische Methoden mit Prozessen natürlicher Genübertragung in der Evolution gleichzusetzen (siehe unten), enthält die naturalistische Rechtfertigung der Gentechnik einen klassischen Sein-Sollen-Fehlschluß.

Die Rede vom »naturalistischen Fehlschluß« hat ihre Wurzeln in David Humes (1978/¹1749) Unterscheidung zwischen dem »Sein« in einer Beschreibung und dem moralischem »Sollen« einer Handlungsanweisung. Jeder Übergang zwischen diesen Ebenen muß mit Gründen gerechtfertigt werden. In der positivistischen Wissenschaftsauffassung der Tradition Max Webers (1917) ist der Übergang von Fakten zu Werten ausdrücklich verboten. Wer vom Sein ohne Angabe einer normativen Prämisse auf ein Sollen schließt, begeht den naturalistischen Fehlschluß. Der naturalistische Fehlschluß im engen Sinne bedeutet ein eher sprachphilosophisches semantisches Problem der Ethik, meist jedoch werden Sein-Sollen-Fehlschluß und »naturalistischer Fehlschluß« ineins gesetzt (»naturalistic fallacy«, Moore 1978/¹1903; vgl. Ball 1988, Engels 1993).

Selbst wenn die behauptete Analogie zwischen gentechnischen Verfahren und natürlichen Gentransferprozessen sich als Identität biologischer Prozesse begründen ließe, bleibt der Mensch in jedem Falle rechenschaftspflichtig für seine Handlungen und damit auch für technische Eingriffe in die Dynamik der Natur – zumindest sofern diese andere Menschen und/oder Naturzusammenhänge beeinflussen. Dies trifft für die Anwendung der Gentechnologie im allgemeinen ebenso wie für Freisetzungen gentechnisch veränderter Organismen im besonderen zu. Die Zulässigkeit gentechnischer Methoden und Anwendungen kann nicht mit der Existenz einer natürlich-evolutionären genetischen Dynamik gerechtfertigt werden. Auch vom »Sein« auf das moralisch erlaubte »Dürfen« zu schließen, gehört zum Sein-Sollen-Fehlschluß.

Barbara Weber (1993) kritisiert den unreflektierten Übergang in der Rede von natürlicher und künstlicher Selektion. Sie betont, daß bereits Darwin deutlich zwischen künstlicher und natürlicher Zuchtwahl unterschieden habe. Natürliche Zuchtwahl sei rein bildlich gemeint, denn ohne Menschen existiert keine bewußte Wahl. Damit habe Darwin zwei Ebenen der Betrachtung – eine metaphorische und eine naturwissenschaftlich-analytische – auseinander gehalten. Natürliche Vorgänge können demnach mit absichtsvollen menschlichen Handlungen zwar anschaulichkeitshalber analogisiert, nicht aber gleichgesetzt werden. Auch der Gleichsetzung gentechnischer Methoden mit

natürlichen Prozessen widersprechen AutorInnen der kritischen Seite mit Nachdruck (vgl. Chadarevian *et al.* 1991; Weber 1993):

- Die im Prinzip gezielte Veränderung einzelner Sequenzen oder Gene bei gentechnischen Arbeiten geht qualitativ und quantitativ über bisherige Züchtungs- und Selektionstechniken hinaus, da letztere nicht isoliert am Einzelgen sondern am Geno-und Phänotyp als Gesamtheit ansetzen.
- Durch die Übertragung von Trans-Genen (einschließlich transgener Regulationssequenzen) werden evolutionär entstandene Regulationszusammenhänge, deren Gesamtheit und Funktion nicht verstanden sind, innerhalb des Genoms der Organismen verändert (vgl. Kollek 1988, Bonß *et al.* 1992).
- Darüber hinaus überschreitet die Gentechnik die ebenfalls evolutionär entstandenen Grenzen des Genaustausches zwischen verschiedenen Arten. Organismengruppen, die seit langen Zeiträumen stammesgeschichtlich und damit genetisch voneinander getrennt sind, werden so in neuartiger Weise miteinander verknüpft.
- Mit Hilfe der Gentechnik finden Manipulationen von Organismen im Labor losgelöst von der Entwicklungsdynamik anderer Arten und den Lebensgemeinschaften im Ökosystem statt – mit unbekanntem, möglicherweise Mensch und/oder Umwelt schädigenden Folgen. Die durchaus nicht seltene Veränderung von Eigenschaften der Organismen im Freiland ist mit der massenhaften Ausbringung von im Labor unter völlig anderen und konstant gehaltenen Umgebungsbedingungen nicht gleichzusetzen, da das sog. Zeitschema ihrer Entwicklung und Interaktionen ein völlig anderes ist.
- Im Gegensatz zur Eigengesetzlichkeit der natürlichen Evolution sei der Mensch rechenschaftspflichtig für seine Handlungen und speziell für technische Eingriffe in die Dynamik der Natur.

»Vor diesem Hintergrund lautet die wichtigste Schlußfolgerung [...], daß gentechnische Eingriffe weder mit evolutionären Prozessen verglichen werden, noch durch sie gerechtfertigt werden können, [...] und ein langfristiges Risikopotential in sich tragen« (Chadarevian *et al.* 1991:38)

Der Übergang von der wohlbegründeten Betonung der Spezifität gentechnischer Veränderungen – sowohl gegenüber der Züchtung als auch im Vergleich mit dem natürlichen Gentransfer – hinüber zum Postulat eines Risikos *eo ipso* ist allerdings entweder banal oder unbegründet. Hier klingt

»Heile Natur« Naturalismus an, der den Fehler begeht, eine ohne menschliche Einflüsse stets harmonisch ausbalancierte evolvierende Natur dem zerstörerischen, weil widernatürlichen menschlichen Streben gegenüberzustellen.

Interpretationen des horizontalen Gentransfers: Risikobeweis versus Rechtfertigung für die Gentechnik

Seit einigen Jahren wird die »Natürlichkeit« der Gentechnik insbesondere unter Verweis auf die wissenschaftlichen Hypothesen und Erkenntnisse zum horizontalen Gentransfer behandelt. Er wurde bei Bakterien entdeckt und bedeutet die Übertragung von DNA auch außerhalb der Fortpflanzung auf andere Mikroorganismen, die nicht zur selben Art gehören (müssen), bzw. auf Pflanzen oder Tiere. Die Übertragung verläuft dabei zum Teil mit Hilfe von Viren. KritikerInnen warnten, daß Trans-Gene nicht nur in den manipulierten Lebewesen verbleiben würden, sondern sich via horizontalem Gentransfer über Bakterien oder über noch nicht bekannte andere Wege ausbreiten könnten. Solche Überlegungen wurden als Argument in der Risikodiskussion angezweifelt und die Denkmöglichkeit weitgehend abgelehnt. Im Bericht der deutschen Enquête-Kommission zur Gentechnik ging man noch explizit davon aus, daß ein Gentransfer von Pflanzen- oder Tiergenen durch Viren oder Bakterien praktisch ausgeschlossen werden könne (Dt. Bundestag 1987). Dies diente als Argument für die Sicherheit der Trans-Gene, die auf ihre ursprünglichen Träger beschränkt und damit kontrollierbar und wenig risikobehaftet seien.

Gegen Ende der 1980er Jahre fanden sich die KritikerInnen durch Ergebnisse neuer empirischer Studien bestätigt, als horizontaler Gentransfer von Pflanzen auf Bodenbakterien und Pilze bzw. der Transfer von Trans-Genen aus Pflanzen auf phytophage Insekten beschrieben wurde. Horizontaler Gentransfer geriet nun zum schlagenden Argument *gegen* die Sicherheit gentechnisch manipulierter Organismen wegen der nicht kontrollierbaren Verbreitung der Trans-Gene. Ungewollte, unerwünschte und eventuell gefährliche Effekte erschienen nun sehr viel wahrscheinlicher (vgl. Potthast 1990, Bernhardt *et al.* 1991, Weber 1993).

Je mehr Publikationen das Auftreten und die Bedeutung des horizontalen Gentransfers als »cornerstone of evolution« (Amábile-Cuevas & Chicurel 1993) beschrieben, desto mehr wurde er als Argument für die Natürlichkeit der Gentechnik entdeckt. Die Mikrobiologen Lorenz und Wackernagel bewer-

ten ihre Ergebnisse in der Weise, daß Methoden der gentechnischen Veränderung zumindest bei Mikroorganismen den Prozessen in der natürlichen Evolution sehr ähnlich seien – und damit auch relativ ungefährlich (Lorenz & Wackernagel 1993). Es lassen sich in dieser Sequenz vier Phasen unterscheiden (Potthast & Weber 1995):

- 1 Kritische Fragen, ob bislang als selten oder rein hypothetisch angenommene Prozesse der Gen-Veränderung und des Gentransfers auch für transgene Organismen zu vermuten sind und ob sich dadurch unerwartete Folgen ergeben könnten.
- 2 Die Zurückweisung solcher Annahmen als Spekulation oder unwissenschaftlicher »Blödsinn«, so beispielsweise in einer Anhörung des Umweltbundesamtes 1991 (vgl. Bartsch & Sukopp 1993).
- 3 Die zumindest teilweise Bestätigung der Annahmen und damit auch der postulierten Gefahrenpotentiale.
- 4 Die Umdefinition der ursprünglich als zumindest selten eingestuften Prozesse zu »wichtigen Mechanismen der natürlichen Evolution« und die damit verbundene Legitimation der als im wesentlichen gleich angesehenen gentechnischen Eingriffe.

Diese Sequenz wiederholt sich in der Diskussion um transgene Viren bzw. die gentechnische Erzeugung virusresistenter Nutzpflanzen und ihre Rekombination mit natürlichen Viren (vgl. Falk & Bruening 1994, Greene & Allison 1994). Ein weiteres Beispiel ist die Aufnahme »nackter« Tumor-DNA über die verletzte Haut von Säugetieren (vgl. Bernhardt *et al.* 1991, Burns *et al.* 1991).

Evolutionsbiologische und ökologische Risikoaspekte

Das zweite Themengebiet, in dem Naturbild und Evolutionsbegriff eine zentrale Rolle spielen, sind die möglichen langfristigen ökologischen Folgen der Freisetzung transgener Organismen. Für das Beispiel des horizontalen Gentransfers muß bezüglich der ökologischen Risiken der Freisetzung gefragt werden, ob die Tatsache eines zunehmend häufiger konstatierten natürlichen horizontalen Gentransfers irgendeine Relevanz für die Abschätzung der Gefährlichkeit transgener Organismen haben kann (Tiedje *et al.* 1989). Tatsache ist erstens, daß horizontaler Gentransfer längst nicht »überall« vorkommt, sondern im Laufe der Evolution auf bestimmte Fälle und eine begrenzte Häufigkeit beschränkt blieb. Durch gentechnische Methoden und Freisetzung von

GVO sind sicherlich zusätzliche Regulations- bzw. Verbreitungsmöglichkeiten eröffnet. Zweitens ist nicht bekannt, inwiefern auch natürlicher horizontaler Gentransfer bereits Verbreitungspfade für pathogene Eigenschaften darstellt. Drittens ist unter den skizzierten Bedingungen die Konzeption eines sog. »field-containment« gegen die – erwünschte oder unerwünschte – Ausbreitung von GVO und der Trans-Gene nicht mehr haltbar: daraus sollten sich Konsequenzen in der Sicherheitskonzeption und die Relevanz der sog. Sicherheits- oder Begleitforschung bezüglich Freisetzung ergeben (vgl. Potthast & Weber 1995).

»Evolutionäre Folgen« ist gleichwohl ein sehr unbestimmter Begriff. Von Seiten der Evolutionsbiologie wird weitgehend übereinstimmend betont, daß Evolution nicht nur in der Veränderung von Nukleotidsequenzen bestehe und alles andere gleichsam nur ein Epiphänomen dieser Prozesse sei. Vielmehr vollziehe sich Evolution in Form vielfältiger Wechselwirkungen auf der Ebene von Individuen derselben und verschiedener Art, auf Populations- und auf Ökosystemniveau sowie zwischen diesen Ebenen. Diese Wirkungszusammenhänge gehorchen nur selten linearen Gesetzmäßigkeiten (Salthe 1985, Futuyma 1986a). Über den Zusammenhang zwischen ökologischer Dynamik und einzelnen Evolutionsfaktoren wird seit längerer Zeit geforscht, wobei bislang Generalisierungen kaum möglich erscheinen (Futuyma 1986b, Cooper 1993).

Entscheidender Punkt, auch hinsichtlich der Freisetzung von GVO, ist die prinzipielle Unvorhersehbarkeit populationsgenetischer ebenso wie ökologischer Langzeitdynamik, die sich aus der Vielfalt möglicher natürlicher genetischer und ökologischer Prozesse ergibt (vgl. Gabriel 1993, Wöhrmann *et al.* 1993, Weber 1993). »Evolutionäre Folgen« scheinen in diesem Bereich der Freisetzungsdebatte synonym mit ökologischen Langzeitfolgen verstanden zu werden, wobei der Bezugshorizont evolutionärer Zeiträume 10.000 Jahre und mehr umfaßt (Frankel 1970; siehe Kap. 5).

In der Argumentation der KritikerInnen wird mit der Nichtvorhersagbarkeit ökosystemarer Veränderungen begründet, daß sich durch die Freisetzung transgener Organismen Risiken großen Ausmaßes ergeben könnten. Zur Illustration möglicher Folgen werden analoge Fälle der Freisetzung nicht transgener Organismen, sogenannte »Biologische Invasionen«, herangezogen: Standardbeispiel ist der ökonomische Schaden und die gleichzeitige weitgehende Zerstörung und irreversible Veränderung der Flora und Fauna Australiens durch die Einführung europäischer oder amerikanischer Wildpflanzen

bzw. Haustiere (Potthast 1990, Bartsch & Sukopp 1993; zur Thematik verwildernder Kulturpflanzen vgl. Bartsch *et al.* 1993).

Unter Berufung auf eben diese Beispiele verweisen BefürworterInnen der Gentechnik aber auf die immensen Folgen gerade der herkömmlichen Naturveränderung und Züchtung und werten deren Gefahren sehr viel höher. Sehr pointiert drückte dies der Genetiker Rudolf Hausmann anlässlich des ersten Freisetzungsversuches mit transgenen Petunien in Deutschland aus:

»Wenn ich warnen sollte, würde ich gegen das normale Rosenzüchten, gegen den entsetzlichen Garten- und Zuchtboom Sturm laufen. [...] Damit macht man die Wildarten kaputt. Das ist genetische Manipulation im übelsten Sinne. Rosenzüchter können mehr Schaden stiften als tausend Petuniefelder.« (Hausmann in STADTZEITUNG FREIBURG Nr. 7, Juni 1990)

8.3 Interpretation der Gentechnik mit Hilfe des Evolutionsbegriffs: Naturphilosophische und gesellschaftspolitische Hintergründe

Auch die naturwissenschaftliche Auffassung dessen, was die Evolution ausmacht, ist nicht unumstritten. Diesen unterschiedlichen Ansichten liegen ontologisierende Naturinterpretationen zugrunde. Die Gentechnik-BefürworterInnen messen der Selektion durch Konkurrenz in der Umwelt die zentrale Rolle in der Evolution und dadurch auch für die »natürliche Begrenzung« freigesetzter transgener Organismen zu. Diese seien - entweder bewußt als Sicherheitsstämme konstruierbar oder allein durch ihre Vorgeschichte als »Laborkrüppel« - nicht in der Lage, die Dynamik von Ökosystem nachhaltiger zu beeinflussen als es andere Organismen könnten. Markl faßt sein Naturbild in polemischer Abgrenzung zu der explizit erwähnten Partei »Die Grünen« und für seine Legitimation des Einsatzes der Gentechnik folgendermaßen zusammen:

»- Das Leben hat erstens in der Tat im Lauf der Evolution geradezu zwangsläufig durch die Nebenfolgen, die externen Kosten der Aktivität seiner zahllosen Organismen, immer wieder Krisen hervorgerufen;
- Es hat zweitens diese Krisen immer wieder dadurch bewältigt, daß es sich neue Strategien - und zwar vor allem genetisch-biochemische Strategien - einfallen ließ, [...] das Neue entstand, indem es Altes überwand;

– Und es hat drittens niemals einen Zustand erreicht, in dem eine optimal abgestimmte Organisationsgemeinschaft dem evolutiven Wandel endlich abschwören konnte, um fortan, angetrieben vom Sonnenlicht, im friedlichen Kreislauf des immer Gleichen zu tanzen.« (Markl 1986b:27)

Dem als überkommen kritisierten Harmoniedenken wird der Begriff des »Restrisikos« gegenübergesetzt, dem alle Organismen im Leben und bei jeder Handlung stets ausgesetzt sind. Dieses Restrisiko würde auch durch die Anwendung der Gentechnik nicht grundsätzlich anders sein. Dazu sei das unter anderem von Hubert Markls sinngemäß und zuweilen auch wörtlich geäußerte *ceterum censeo* genannt: »Leben ist immer lebensgefährlich«. Und die Selektion werde den Evolutionsprozeß schon aufrechterhalten.

Auch die Kritik der Gentechnik arbeitet zum Thema Ökologie und Evolution mit dem Bild einer via Selektion ökologisch vernünftigen und innovativen Natur, dies erfolgt aber auf einer völlig anderen Bezugsebene:

»Gentechnische Manipulationen durchbrechen die Grenzen der natürlichen Evolution und auch der Züchtung auferlegten Barrieren des Austausches genetischer Information. Natürlicherweise entstehende Lebewesen durchlaufen eine ›Umweltverträglichkeitsprüfung‹, bevor sie in größeren Mengen in der Umwelt auftreten.« (Dt. Bundestag 1987, S. 317; Sondervotum der Partei »Die Grünen«).

Ein weiterer Argumentationsstrang ist die prinzipielle Unvorhersehbarkeit evolutiver Prozesse nach der Einbringung transgener Organismen. Sicherlich wenig hilfreich ist allerdings die Definition eines evolutionsbiologischen Risikos in der Weise, daß jede Beeinflussung zum Risiko würde:

»Als ein ›evolutionäres Risiko‹ sei [...] jede Gefahr einer Beeinträchtigung der Autoreproduktion von Populationen oder größeren Gemeinschaften lebender Organismen verstanden. Eine solche Beeinträchtigung kann quantitativer oder qualitativer Art sein.« (Chadarevian *et al.* 1991:27)

Implizit zeigt sich in der Argumentation die Annahme eines ökologischen Zwecks der evolutionären Genealogie: Allein durch Reproduktionsbarrieren als Konsequenz von Speziation und Genealogie ist die ökologische Langzeitdynamik, die sich aus der Vielfalt möglicher natürlicher genetischer und ökologischer Prozesse ergibt, ausbalanciert. Ernst Mayrs Idee von Arten als Verkörperungen eines wohlintegrierten harmonischen Genoms (in der Soziobiologie gilt dies explizit *nicht vice versa!*) erfährt eine ökologische Ausweitung zu wohlintegrierten genealogisch separierten Artenkombinationen, die eine Lebensgemeinschaft oder ein Ökosystem zusammenhalten (vgl. Wahlert 1996).

In der Zusammenschau der Themen »Natürlichkeit der Gentechnik« und »ökologische/evolutive Folgen der Gentechnik« läßt sich eine in mehrerer Hinsicht merkwürdige Argumentationssituation konstatieren: Einerseits verweisen die KritikerInnen auf die überraschenden und im einzelnen wenig bekannten Möglichkeiten natürlicher Genaustauschprozesse. In der Natur werden somit gefährliche Potentiale vermutet, die der Mensch durch Gentechnik aktivieren könnte, und die sich letztlich wieder gegen ihn richten. Ohne den Eingriff des Menschen gibt es dagegen eine »Umweltverträglichkeitsprüfung« für neue Genotypen. Ich möchte die gentechnikkritische Perspektive provokant zuspitzen: Ohne den Menschen ist Natur eine in sich harmonisch ausgeglichene Natur, die Veränderungen sorgfältig überprüft. Greift der Mensch allzu tief in die Natur ein z.B. per Gentechnik - wird Natur in ihrer Dynamik wieder zum bedrohlichen und unberechenbaren »Anderen«.

Auf der Befürworterseite zeigen sich dieselben Brüche – allerdings in spiegelverkehrter Form: Zur Begründung gentechnischer Anwendung dient eine bedrohliche Natur mit Krankheitserregern (Krebs, AIDS, Erbkrankheiten, Parasiten) sowie dem Ringen um die tägliche Nahrung (Schädlingskalamitäten, knappe Ressourcen, »Überbevölkerung« etc.), die es in bester aufklärerischer und anti-naturalistischer Manier zu überwinden gilt (vgl. u.a. Markl 1986b, 1995). Gleichzeitig dienen Erkenntnisse über natürliche Genaustauschprozesse aber der naturalistischen Legitimation gentechnischer Methoden. Das Vertrauen in eine sich per Selektionsmechanismen selbst regulierende Natur erscheint bezüglich der Folgen anthropogener Eingriffe dabei wesentlich größer.

Geschichtlichkeit: Die Entdeckung der Langsamkeit

Aussagen zu langfristigen Folgen der Gentechnik, zur Stabilität und Dynamik der Natur allgemein, werden nicht zuletzt durch Vorstellungen zur Geschichtlichkeit der Natur bestimmt (zur Verzeitlichung der Natur; Foucault 1988; vgl. Kap. 6). Zeit hat dabei selbst innerhalb der Biologie durchaus unterschiedliche Dimensionen (Mayr 1991).

Nicht nur bezüglich der Gentechnik-Debatte scheinen, unabhängig vom politischen Standpunkt, VertreterInnen der Molekularbiologie durch zwei Zeitfenster zu blicken: eines ist das der kurzfristigen »Laborevolution«, bei der Merkmalsveränderungen in der Spanne einiger Wochen bis weniger Jahre betrachtet werden; das andere öffnet sich - fast schon zeitlos - auf die »generelle Evolution« mit ihren grundsätzlichen Mechanismen seit

Entstehung des Lebens und noch weiter zu allgemeinen Kosmologien (z.B. dem Selbstorganisationsprinzip; vgl. Nagl 1993). Die Ökologie generalisiert nolens volens weniger und betrachtet die Spanne der mittleren Dimension mit spezifischen Landschaftsveränderungen durch den Menschen im Rahmen von einigen Dutzend bis Hunderten von Jahren. Die Betonung der Singularität ökologischer Ereignisse bringt eine Warnung vor allzu einfachen und vorschnellen Verallgemeinerungen mit sich (vgl. Remmert 1989, Breckling 1992).

Theoriebezüge im Hinblick auf die evolutiven Veränderungen (»Geschichte der Organismen«) der Natur und deren Mechanismen verlaufen dabei quer zur Aufteilung pro/contra Gentechnik: Einerseits spielt eine dynamische Natur bei der Argumentation um wenig bekannte Gentransferprozesse oder unerwartete Effekte eine große Rolle für die Gentechnikkritik. Andererseits hat letztere auf die Idee der Stabilität bestimmter Naturzustände großen Wert gelegt, um deren anthropogene Störungen kritisieren zu können. Diese affirmative Zuwendung möchte ich als *Entdeckung der evolutionär-ökologischen Langsamkeit* charakterisieren.

»Für komplexe ökologische und physiologische Anpassungs- und Koadaptationsprozesse werden sehr lange Zeiträume und ausreichend stabile, wohldifferenzierte Lebensräume benötigt. [...] Die funktionelle Architektur der Genome spiegelt damit eine sehr lange Geschichte des Wirkens der Evolutionsfaktoren wider. [...] Es ist wahrscheinlich, daß alle Aspekte der Genomorganisation funktionale Bedeutung haben. Zugleich scheint die Konstitution der Genotypen eine hohe Plastizität zu haben.« (Weber 1993:43)

Die Befürwortenden der Gentechnik haben die Dynamik natürlicher Gentransferprozesse inzwischen auch für ihre Argumentation entdeckt. Gleichzeitig ist die Natur – und hier bedient man sich der panselektionistischen Konzepte – so unbarmherzig in der Selektion, geht so ökonomisch mit Genen und Ressourcen um, daß ihre Stabilität durch Einbringen transgener Organismen selbst im großen Maßstab (unter Wahrung einiger Vorsichtsmaßnahmen) nicht speziell gefährdet sei. Über Gewordenheit und zukünftiges Werden der Natur oder der Evolution wird nichts ausgesagt, außer, daß es gesetzmäßige Mechanismen für Entwicklungen dieses Werdens gebe, welche sich auch durch den Menschen nicht ändern würden (Markl 1986b). Eine erforderliche genauere Begründung dieser Einschätzung bleibt aber aus.

Metaphorik: Evolution als Chiffre

Der metaphorische Gehalt einer biologischen Theorie oder bestimmter wissenschaftlicher Aussagen über die Natur trägt grundsätzlich zu ihrer Durch-

setzbarkeit während einer bestimmten Epoche, wenn nicht sogar allererst zu ihrer Entstehung, bei. Die Analogisierung des genetischen Codes mit der menschlichen Sprache, die Konzeption der Gene als Bauanleitung von und Programm für Organismen (Jacob 1972, Mayr 1991) sind notwendige Voraussetzungen für die gentechnische »Konstruktion« neuer Lebewesen: Mit der experimentellen Praxis untrennbar verknüpft ist, belebte Natur in dieser Form überhaupt denken zu lernen (vgl. Fleck 1993).

Seitens der Gentechnikkritik gibt es zum einen die immanente Kritik bezüglich der Machbarkeit und der Risiken im Rahmen der allgemein akzeptierten Vorstellungen wissenschaftlicher Objektivität. Zum anderen wird darüber hinaus versucht, mit Hilfe neuer theoretischer Konzepte übergreifende Sichtweisen der Natur und zur Bewertung der Eingriffe des Menschen zu entwickeln.

Den zwei Themen »Natürlichkeit« bzw. »Evolutionäre Folgen« der Gentechnik möchte ich jeweils ein solches alternatives Denkmodell zuordnen. Beide besitzen weitgehende naturphilosophische Implikationen und einen starken metaphorischen Charakter. Sie unterscheiden sich in wesentlichen Punkten vom darwinistisch-selektionistischen ebenso wie von einem molekularbiologischen (»die DNA ist alles«) Paradigma.

- Neue Qualität bzw. Natürlichkeit der Gentechnik:
Das Konzept der *Eingriffstiefe* soll begründen, warum Gentechnik etwas anderes als Züchtung am Phänotyp sei. An dieser Stelle zeigt sich, daß die Kritik an der Eingriffstiefe der Gentechnik in Verbindung mit dem Übergang der Biologie in eine »synthetische Phase« zu tun hat. Mit großer Skepsis wird der Versuch beobachtet, Lebewesen als Forschungs- und Anwendungsobjekte im Labor zu konstruieren (Gleich 1989). Erwin Chargaff formuliert programmatisch: »Hände weg vom Atomkern und vom Zellkern!«.
- Konsequenzen für das Evolutionsgeschehen:
Das Konzept der *Fehlerfreundlichkeit* zur Beurteilung evolutionärer Folgen.

Eine sich auf diese beiden Punkte beziehende kritische Sichtweise akzeptiert zwar sowohl Selektion wie auch interne Entwicklungszwänge (»developmental constraints«), die die Möglichkeit beliebiger Merkmalsveränderungen einschränken, hebt aber auf ganz andere Maßstäbe ab: Evolutionsfähigkeit und Fehlerfreundlichkeit sind Kriterien, nach denen menschliche Eingriffe zu

beurteilen sind. Der Ansatz geht vor allem auf Christine und Ernst-Ulrich von Weizsäcker zurück (Weizsäcker 1991; Weizsäcker & Weizsäcker 1984, 1986).

In Abgrenzung zu adaptationistischen Ansätzen betont das Konzept der Fehlerfreundlichkeit die extrem zeitbezogene Funktion der »Fitness«, wobei der Organismus offen sein muß für neue Situationen. Dies ist durchaus als Rückgriff auf Fisher (1958) zu verstehen, der als Wegbereiter der mathematischen Populationsgenetik bislang eher von den »harten Selektionisten« vereinnahmt wurde (siehe Kap. 3.2). Ein Konzept der Fehlerfreundlichkeit kommt zum Lob der rezessiven Merkmale, die sozusagen Experimente des Organismus mit gleichzeitiger »Umweltverträglichkeitsprüfung« (s.o.) in der Natur ermöglichen. Da die Gentechnik stets mit dominanten Merkmalen arbeitet, wiesen transgene Organismen weder eine breite Evolutionsfähigkeit durch Neukombination rezessiver Merkmale noch Fehlerfreundlichkeit bei möglichen negativen Umweltfolgen auf, insbesondere weil die Organismen in großer Menge und in kurzer Zeit ausgebracht werden sollen. Chadarevian *et al.* (1991:38) sprechen sogar von einem »evolutionären Rückschritt« durch »Entdifferenzierung«.

Zu fragen ist, inwiefern dieser Ansatz letztlich das Verständnis einer vernünftigen Natur gegenüber dem unvernünftigen zerstörerischen Wirken des Menschen festschreibt. Weiterhin wird zu fragen sein, nach welchen Kriterien menschliche Eingriffe als fehlerfreundlich oder nicht einzustufen seien (siehe Kap. 13.2). Fehlerfreundlichkeit hat sicherlich etwas mit Reversibilität bzw. Rückholbarkeit zu tun – und wenn es inzwischen in der Risikodebatte Einigkeit gibt, dann in der Einschätzung, daß transgene Organismen und vor allem die Trans-Gene selbst nicht mehr vollständig rückholbar sind. Nur ist inzwischen nicht mehr strittig, daß freigesetzte Organismen nicht rückholbar sind oder daß es horizontalen Gentransfer häufiger als bislang erwartet gibt, sondern wie diese Fakten zu *interpretieren* und zu bewerten sind.

8.4 Naturbild, Evolution und Gentechnik: Fazit

In der Gentechnikdebatte liegen unterschiedliche Naturbilder den jeweiligen Bewertungen des Risikos und den ethischen Beurteilungen zugrunde:

- Die Begründung der jeweiligen Position zur »Natürlichkeit« bzw. »Neuen Qualität« der Gentechnik setzt sich aus einem Mosaik verschiedener Konzepte zur Bedeutung einzelner Evolutionsfaktoren, beispielsweise der Rolle der Selektion zur Aufrechterhaltung »stabiler« ökologischer Zustände, und der Evolution als ganzer zusammen. Die ProtagonistInnen lassen sich nicht einheitlich bestimmten Denkschulen oder Theorieansätzen zuordnen, denn sie bedienen sich sozusagen »je nach Bedarf«.
- Zwischen der kritischen und der befürwortenden Position existieren spiegelsymmetrisch verschiedene Interpretationen der »vernünftigen« versus der »bedrohlichen« Natur, wenn sie ohne Eingriffe von Menschen gedacht wird. Zum anderen gibt es eine den Menschen als Reaktion auf dessen (gentechnische) Eingriffe letztlich wieder gefährdende versus eine vom Menschen problemlos und auch hinsichtlich der Gentechnik »naturnah« gemanagte Natur. Es existiert also *entweder* zunächst eine harmonische und gute Natur, die durch Gentechnik und andere tiefgehende menschliche Eingriffe bedrohlich und zerstörerisch werden kann und – zugespitzt formuliert – die Hybris des Menschen schrecklich bestraft. *Oder* eine bedrohliche unbarmherzig selektierende Natur bedroht per se den Menschen, und sie kann, ja muß gezähmt werden, indem der Mensch sie beispielweise per Gentechnik nachahmt und somit mimetisch überwindet.
- Einige FürsprecherInnen der Gentechnik begehen den klassischen Sein-Sollen-Fehlschluß, indem sie die Zulässigkeit gentechnischer Anwendungen mit der Existenz einer natürlichen genetischen Dynamik rechtfertigen wollen. Dies erfolgt im Rahmen einer Argumentation, die zwar von Risikovermutungen hinsichtlich möglicher Gentransferprozesse ausgeht, aber in der Umdefinition dieser Prozesse als »evolutionär wichtig« endet, wobei die als analog angesehenen gentechnischen Eingriffe gleichzeitig legitimiert werden. Der Naturalismus ist hier in einem Dreischritt angelegt:
Erstens wird mit wissenschaftlichen Kriterien versucht zu begründen, inwiefern und warum natürliche Prozesse und technisches Handeln nicht nur vergleichbar sondern auch der Sache nach gleich sind.

Im zweiten Schritt wird diese Identität zur Risikobewertung dahingehend mißinterpretiert, daß *deshalb* Risiken nicht in größerem Ausmaß als die ohnehin schon natürlicherweise zu erwartenden bestünden. Teilweise wird sogar behauptet, daß aufgrund der technischen Kontrolle geringere als die natürlichen Risikopotentiale anzunehmen seien. In diesem zweiten Schritt erfolgt der problematische Übergang von deskriptiven zu evaluativen Aussagen.

Der dritte Schritt ist die eigentliche moralische Rechtfertigung, daß gentechnische Eingriffe aufgrund ihrer »Natürlichkeit« erlaubt seien. Dabei macht man sich die herrschende Verwechslung von »biologisch«, »natürlich« und »umweltfreundlich« zunutze und behauptet insbesondere mit dieser Etikettierung sogar eine moralische Verpflichtung zur Anwendung.

- Die gentechnikkritische Seite begeht dagegen »nur« den mittleren Fehlschluß, in dem aus der Nicht-Natürlichkeit automatisch höhere Risikopotentiale abgeleitet werden. Sofern diese Aussage nicht als vermeintlich zwingende Sachaussage, sondern als Annahme eines *worst case-Szenarios* Entscheidungen unter Unsicherheit firmiert, scheint sie im Rahmen einer Hermeneutik der Furcht (Jonas 1984) aber nicht per se ungerechtfertigt.
- Ein ungeklärtes Problem ist die inhaltliche bzw. begriffliche Trennung von Evolutionsfolgen und ökologischen Langzeitfolgen. Dies erscheint mir nicht verwunderlich, solange es eine Evolutionsökologie, die diesen Namen verdient, nicht oder noch nicht gibt (vgl. Peters 1991 und Kap. 3). An dieser Stelle scheint mir die Betonung des Evolutionsgedankens tatsächlich vor allem ein rhetorischer Kniff zur Legitimierung. Aussagen im Namen der Ökologie klingen gut, im Namen der Evolution aber noch besser, da sie sich auf eine umfassendere naturwissenschaftliche Theorie stützen und im positiven Sinne auch moralisch bedeutsamer klingen.

In der Biologie dienen Bilder nicht nur der Popularisierung von Konzepten. Vielmehr stellen Metaphern und Analogien unverzichtbare Grundlagen der naturwissenschaftlichen Theoriebildung selbst dar. Neue Denkmodelle und -figuren können neue Forschungsansätze und Einsichten in die funktionelle Struktur der Natur mit sich bringen. Gleichzeitig ermöglichen sie es, wissenschaftliche Positionen öffentlichkeitswirksam darzustellen und zu verteidigen. Besonders im Streitfalle ist dies nicht unproblematisch, wenn der Geltungsbe- reich der Bildfelder unreflektiert oder bewußt (zu) weit ausgedehnt wird: Na-

turphilosophische und metaphysische Spekulationen über verbotene menschliche Eingriffe in die Evolution vernetzter und harmonisch im Einklang stehender Systeme sollten ebenso als Metaphern gekennzeichnet werden wie solche von der Natur als erster praktizierender Gentechnologin seit 3 Milliarden Jahren. Die Stichhaltigkeit einzelner Konzepte kann mit dem Stand der Forschung abgeglichen werden. Eindeutige Entscheidungen über falsch und richtig sind nicht zu erwarten, aber die Bilder verlieren dadurch zumindest für den speziellen Fall ihre scheinbare Beliebigkeit.

Beide eingangs aufgeworfenen Fragen – die nach der Natürlichkeit der Gentechnik und die nach möglichen ökologischen und evolutionären Folgen – müssen letztlich vor allem philosophisch und politisch, bzw. metaphysisch und normativ beantwortet werden. Gleichzeitig aber werden alle Antworten maßgeblich vom jeweiligen Stand der naturwissenschaftlichen Forschung geprägt. Die Vorstellungen seitens der Biologie darüber, was Natur sei und wie sie funktioniere, beeinflusst die Positionen zur Gentechnik in entscheidender Weise. Dies gilt selbstverständlich auch *vice versa*: Weltbilder und Wertvorstellungen bedingen erst, in welcher Weise Wissenschaft »die Natur« zu ihrem Forschungsgegenstand macht (Young 1985, Foucault 1988, Fleck 1993). Nun sind anscheinend bei gesellschaftlich bedeutsamen und umstrittenen Themen aus der Biologie gerade die WissenschaftlerInnen selbst leider nicht über den Status der Gleichsetzung von Bildern mit der sog. Realität hinausgekommen – und wenn wir bedenken, daß auch WissenschaftlerInnen wissenschafts- und/oder allgemeinpolitische Ziele verfolgen, mag dies nicht Wunder nehmen.

Die Verknüpfung der Risikodebatte mit ethischen Aspekten hat Beck (1986) von Seiten der Soziologie thematisiert. So weist Levidov (1995) mit Bezug auf Beck darauf hin, daß die Risikodebatte um die Gentechnik eine implizite Ethikdebatte darstelle, da mit der Diskussion um die Akzeptabilität von Risiken gleichzeitig die Frage nach den gesellschaftlichen und ökonomischen Werten gestellt wird, die der Förderung und Anwendung einer Technologie zugrundeliegen. In Risikoabschätzungen müssen notwendigerweise ethische Wertungen eingehen. Zu fordern ist daher, daß dies in einer reflektierten Bezugnahme geschieht. Niemand sollte die eigene Position als wertfrei (»objektiv«) bezeichnen und gleichzeitig eine andere als wertbehaftet abqualifizieren.

Nicht nur beim Thema (Evolution und) Freisetzung ziehe ich die Konsequenz, daß die Biologie auch in der Öffentlichkeit deutlicher als bislang die

weitgehende Unmöglichkeit »exakter« langfristiger Prognosen für die Folgen der Gentechnik thematisieren müßte. Mit Aristoteles ließe sich fordern, »in jedem einzelnen Gebiet nur so viel Präzision zu verlangen [und zu behaupten! T.P.], als es die Natur des Gegenstandes zuläßt« (Aristoteles 1991:107). Die Auffassungen selbst innerhalb der Biologie liegen zu weit auseinander, was die Bewertung und Gewichtung bestimmter Evolutionsfaktoren wie Selektion, Konkurrenz, Isolation, Selbstorganisation, Dynamik und Stabilität von Ökosystemen angeht. Es gibt offensichtlich große Unterschiede, die sich z.B. auf »Umwelt-Selektionisten« (incl. der Soziobiologie: Wilson 1975) bzw. auf Ansätze, die Selbstorganisationsprozesse oder interne Entwicklungszwänge betonen, zurückführen lassen. Ob der heuristisch sicherlich verdienstvolle Versuch einer Synthese aller Positionen gelingen kann, wage ich zu bezweifeln. Eine von vielen gewünschte einheitliche/vereinheitlichte Theorie (vgl. Van der Weele 1993) würde den Phänomenen möglicherweise nicht mehr gerecht, und ich schließe mich dem u.a. von Ahrendholz (1993) geäußerten Vorschlag an, einen Theorien-, Methoden und - ich füge hinzu - Metaphernpluralismus für die Stärke der (Evolutions-)Biologie zu halten und sich dabei über den *jeweils begrenzten Geltungsbereich der Konzepte* Klarheit zu verschaffen.

Nachdem Francis Bacon als erster Vordenker der Gentechnik dieses Kapitel eröffnete, soll es nun auch mit ihm schließen und ihn als einen der ersten Bewahrer einer wertvollen unberührten Natur vorstellen:

»Man wird leicht begreifen, daß wir, die wir so viele Naturerzeugnisse besitzen, die Verwunderung hervorrufen, auch den Sinnen des Menschen unendlich viel vortäuschen könnten, wenn wir sie zu Wundern herausputzen und zurichten wollten. Ja, wir haben sogar den Brüdern unseres Hauses unter Geld- und Ehrenstrafen untersagt, etwas Natürliches durch künstliche Zurüstung wunderbar zu machen; rein und von jedem Schein und jeder falschen Wunderhaftigkeit unberührt, sollen vielmehr die Naturerscheinungen vorgeführt werden. Und dies, mein Sohn, ist der Reichtum des Hauses Salomons« (Bacon 1960/¹1627:213)

9 Evolution und Naturschutzziele: Prozeßschutz, Kulturlandschaftsschutz, Erhaltung evolutiver Potentiale

Seit Francis Bacon findet sich das Motiv unberührter Natur als Objekt wohlgefälliger Anschauung gerade in der Kontrastierung zu Entwürfen einer von Menschen mehr oder minder planvoll umgestalteten. Es handelt sich um eine Denkfigur, die sowohl dem Evolutionsbegriff in normativ aufgeladenen Naturbildern als auch der Formulierung konkreter Ziele und Schutzkonzeptionen des Naturschutzes zugrundeliegt. Evolution spielt eine große Rolle der Begründung des Prozeßschutzes (Kap. 9.1). Mit der Bevorzugung unbeeinflusster Prozesse ist ein Konflikt zwischen Kulturlandschaftsschutz und der Sicherung »natürlicher Evolution« aufgeworfen (Kap. 9.2), gleichzeitig ergibt sich die Notwendigkeit, die Vorstellung evolutiver Potentiale als Schutzgut zu konkretisieren (Kap. 9.3). Einige Verwirrung in der Naturschutzdebatte – so die These dieses Kapitels – ist dem Umstand geschuldet, daß bezüglich solcher Fragen zwischen Begründung und Zielformulierung oft nicht klar genug getrennt wird.

9.1 Der Evolutionsbegriff in den Konzeptionen des Prozeßschutzes

Museal-konservierende Ziele des Naturschutzes kontrastieren mit Auffassungen, welche der Dynamik und der zeitlichen Veränderlichkeit ökologischer Systeme gerecht werden wollen (siehe Kap. 4). Eine für Theorie und Programmatik des Naturschutzes folgenreiche Unterscheidung zweier Zielsetzungen und damit verbundener Strategien führten Frankel & Soulé (1981) folgendermaßen ein: Während »preservation« die statische Erhaltung einzelner Pflanzen- und Tierarten oder bestimmter Zustände innerhalb der Sukzession als Ziel formuliere und damit gezieltes Management durch den

Menschen erfordere, bedeute »conservation« die Ausgrenzung aller menschlichen Eingriffe als Strategie. Die Autoren erheben so Prozesse der »natürlichen« Veränderlichkeit zum *Ziel* des Naturschutzes, zumindest für große Reservate und Nationalparks. »Evolution« firmiert darin als Synonym für die Summe aller unbeeinflusst ablaufender Vorgänge und Veränderungen in der Natur. Unglücklicherweise finden die beiden Termini auch im entgegengesetzten Sinne Verwendung: die »preservationists hands-off legacy« (White & Bratton 1980:241) bezeichnet »conservation« im Sinne von Frankel & Soule (1981). Mit solchen Gegenüberstellungen bestärkt sich die Tendenz, als »natürliche Prozesse« ausschließlich die nicht anthropogen beeinflussten zu verstehen. Dies kennzeichnet die – meist vollkommen intuitive – Interpretation des aristotelischen Naturbegriffs für den Naturschutz (siehe Kap. 12 und 13).

Allerdings hat die Gegenüberstellung von konservierendem Eingreifen und »dynamischem« Gewährenlassen stets auch praktische Hintergründe. Ihre Erfahrungen mit den Schwierigkeiten der Strategie naiven Gewährenlassens in US-Nationalparks thematisieren White & Bratton (1980) unter dem programmatischen Titel »After preservation: philosophical and practical problems of change«. Zum einen erforderten die vorhandenen Effekte menschlicher Einwirkungen Maßnahmen zur Wiederherstellung eines mehr oder minder natürlichen Startpunktes, beispielsweise durch aktives Entfernen »fremder« Arten oder die Simulation natürlicher Dynamiken, sofern sie nicht mehr von selbst wirken können, beispielsweise Abschluß als Ersatz für ausgerottete Beutegreifer oder deren Neuansiedlung, ferner künstliche Überflutungsregimes und Brände. Scherzinger (1990) hält auch für Nationalparks in Deutschland solche Starthilfemaßnahmen für unumgänglich. Zum anderen kann grundsätzlich ein »hands off«-Ansatz viele – in Mitteleuropa sogar die überwiegende Zahl – als erhaltenswert erachteter Arten und Lebensgemeinschaften nicht sichern, weil diese von bestimmten menschlichen Nutzungsformen abhängen. White & Bratton konzedieren ebenso wie Scherzinger (1990) die Notwendigkeit sowohl des statisch orientierten Artenschutzes (»species-population: ›species-oriented‹ level«) als auch des prozessorientierten Biotopschutzes (»ecosystem-community: ›process-oriented‹ level«; White & Bratton 1980:241f.).

Die Aufteilung in statischen Artenschutz sowie dynamischen Prozeß- und Ökosystemschutz ist als Kritik praktischer Fehlschläge des Artenschutzes und allzu naiver Vorstellungen des natürlichen Gleichgewichts überzeugend. Auch eine isolierte Beschränkung auf einige wenige, meist »spektakuläre«

Arten ist in ihrer Ignoranz gegenüber anderen Taxa sowie den Interaktionen in der Lebensgemeinschaft und dem ökologischen System für den Naturschutz unangemessen. Allerdings ergeben sich aus der Theorieperspektive und in bezug auf die Zielbegründungen gewichtige Einwände gegen eine plumpe Gegenüberstellung: Warum sollen – unter Berücksichtigung der Theorien von Ökologie und Evolutionsbiologie – im Naturschutz Arten statisch, Systeme dagegen dynamisch aufgefaßt werden? Nach den Erkenntnissen zur genetischen Variabilität in Populationen (vgl. Levins 1968) und der raumzeitlichen Heterogenität von Metapopulationen (vgl. Reich & Grimm 1996) ist die Dynamik auf dieser Ebene nicht geringer als diejenige anderer Fokaleinheiten wie Lebensgemeinschaften oder Ökosystemen. Eine Gegenüberstellung von Arten- und Ökosystemschutz entspricht also nicht derjenigen von statischen dynamischen Naturschutzideen. Angemessene Grundlage des Prozeßschutzes ist es daher, dynamische Veränderungen auf jeder Ebene des ökologischen Geschehens zu berücksichtigen:

»Unter dem Begriff »ökologische Prozesse« können alle Interaktionen in und die Dynamik von ökologischen Systemen zusammengefaßt werden« (Plachter 1996:288).

Diese breite Definition zielt auf den Entwurf einer veränderlichen Natur insgesamt (Tab. 12; siehe Kap. 4): Für Plachter (1995, 1996) sind »ökologische Prozesse« der Gegenbegriff zu naiven Stabilitätsvorstellungen, Determinismus, statischem Denken und Strukturfixierung in Ökologie und Naturschutz. Mit der Ablösung von rein strukturorientierten Ansätzen, für die allein An- oder Abwesenheit bestimmter Objekte oder Muster zählt, will Plachter zudem den funktionellen Aspekt aller ökologischen Einheiten stärken. Doch ebenso wie bei der Gegenüberstellung vermeintlich statischer versus dynamischer Ansätze macht auch das gegenseitige Ausspielen von Struktur und Funktion keinen Sinn. In der Evolutionsbiologie hat – unter anderen Vorzeichen – die Auseinandersetzung zwischen Struktur- und Funktionsorientierung längst Vorschläge zur Integration bewirkt (Bock & Wahlert 1963, Maier 1994a,b; für die Vegetationsökologie vgl. Watt 1947).

Jede »funktionelle Betrachtung« erfordert zunächst die Festlegung, *welche* Funktionen gemeint sind. Diese ergeben sich nicht aus der Natur selbst, sondern für die Forschung jeweils fragestellungs- und dann objektbezogen, im Naturschutz nach *vorab* zu formulierenden Interessen und Prioritäten. Es kann im Rahmen dieser Studie nicht näher auf die komplexe, schwierige Problematik des Funktionsbegriffs in der Ökologie eingegangen werden; die

Systematisierung einer bislang sehr eklektischen und heterogenen Begriffsverwendung steht noch aus. Aus der im Kap. 3.3 entwickelten Perspektive der Theorie-Integration bietet der Organismus eine hinreichende Bezugsbasis für Funktionalität einer Einheit. Außer im Falle – hier zurückgewiesener – organisistischer Ökosystemauffassungen existiert aber dieser eindeutige Referenzpunkt bei Lebensgemeinschaften oder Ökosystemen gerade nicht, weil die funktionellen Konnekte in Lebensgemeinschaften und Ökosysteme nicht in bezug auf diese *als Einheiten* auftreten. Insofern ist zu differenzieren, welche Objekte in welcher Hinsicht als funktionierend oder funktioniell betrachtet werden sollen. Dies umfaßt beispielsweise Stofffluß, Artenzusammensetzung oder Interaktion von Arten als Kriterium. (vgl. Schulze & Mooney 1993). Wenn Prozesse funktional aufgefaßt werden, gilt analoges: Wenn Prozesse »geschützt« werden sollen, so ist festzulegen, welche Prozesse gemeint und anhand welcher Kriterien sie gekennzeichnet sind.

Tab. 12: Unterschiedliche Bedeutungen des Prozeßbegriffs im Kontext des Naturschutzes; zusammengestellt nach Scherzinger (1990), Sturm (1993) und Plachter (1996). In den ersten vier Bedeutungen liegt Kritik an vermeintlich sachlich falschen Konzepten; die letzten beiden richten sich normativ gegen unerwünschte Ereignisse

Bedeutung von »Prozeß«	kritisierte Idee / unerwünschter Aspekt
Dynamik in ökologischen Systemen	statische, balancebetonende Naturkonzepte
Veränderung/Veränderlichkeit allgemein	statische, ahistorische Naturkonzepte
Evolution i.e.S.	Konzepte ohne Bezug zur Interaktion evolvierender Organismen und der Umwelt
Funktion	funktionslose Muster, z.B. der Flora/Fauna
unbeeinflusste Interaktionen/»Natürlichkeit«	vom Menschen modifizierte Ereignisse
Potential der Landschaftsentwicklung	Devolution, zerstörerische Veränderungen

Die Notwendigkeit einer Berücksichtigung natürlicher Fluktuationsprozesse und langfristiger Veränderungen in ökologischen Systemen betonten Holling & Clarke (1975). Sie wiesen im Kontext der Diskussion um Diversität und Stabilität auf die Resilienz als maßgebliche Eigenschaft hin, die der Einschätzung von Managementmaßnahmen zugrundeliegen sollte. Veränderlichkeit und Fluktuationseffekte werden als grundlegende Eigenschaften ökologischer Systeme betrachtet, die für den angemessenen Umgang mit ökologischen Systemen bekannt sein müssen, insbesondere wenn diese in bestimmten *Zuständen* erhalten werden sollen. Dynamik scheint auf höheren Integrationseinheiten gerade eine notwendige Bedingung langfristiger Persistenz (zuweilen auch »Funktion«) des Gesamtsystems zu sein. In diesem Sinne hätte Dynamik nicht den Wandel als Effekt, sondern bestünde in Prozessen, die das System erhalten. Die Beurteilung von Prozessen als stabilisierend oder verändernd steht unmittelbar im Zusammenhang zur Interpretation des Störungsbegriffs und der jeweils zugrundeliegenden Skalierung: Je nach gewählter Fokaleinheit »erzeugen« Störungen oder andere Dynamiken die Persistenz eines Systems höherer Integration, das in einem größeren raumzeitlichen Maßstab betrachtet wird (siehe Kap 3.1.3).

Solche Erwägungen stehen in engem Zusammenhang mit der im folgenden ausführlich behandelten Frage nach Zielen, Mitteln und Begründungen des Naturschutzes. Sollen tatsächlich »Prozesse« bzw. »natürliche Evolution« geschützt werden, oder sind dies nur Mittel, die auf andere Ziele verweisen? Wenn beispielsweise Prozeßschutz in Waldökosystemen die Ermöglichung des Ablaufs der Sukzession im Mosaik-Zyklus-Modus bedeutet, soll dann nicht letztlich doch ein Zustand mit bestimmter Ausstattung von Pflanzen- und Tiergemeinschaften erhalten werden, der allerdings eine gewisse raumzeitliche Heterogenität von Prozessen »benötigt« und der sich auf lange Sicht selbstverständlich transformierend entwickelt? Analoges gilt für das Zulassen oder die Wiederherstellung natürlicher Überflutungsregimes in Auen. Prozeßschutz hat dabei eine klare instrumentelle Ausrichtung, was die Argumente nicht weniger überzeugend, sondern vielleicht sogar stichhaltiger erscheinen ließe. Dagegen steht allerdings die Aussage:

»(K)lassische Naturschutzziele wie Vielfalt und Stabilität sind nicht mehr primäre Ziele des Prozeßschutzes. Sie können als Ergebnis einer natürlichen Dynamik raumzeitlich befristet als ›Sekundärziele‹ auftreten.« (Sturm 1993:183).

Gerichtet ist die Argumentation gegen einen zu eng raumzeitlich fixierten Arten- und Biotopschutz, der auf dreierlei Weise in der Kritik steht: erstens ist die räumliche Fixierung von Strukturen für unbegrenzte Zeit »unnatürlich« im Sinne neuerer Theorien des Wandels in ökologischen Systemen (siehe Kap. 3.1 und 4). Zweites kann die statisch-museale Aufrechterhaltung, sofern sie überhaupt möglich ist, nur mittels aufwendiger anthropogener Eingriffe erreicht werden. Drittens muß für Anpassungsfähigkeit der Organismen durch Erhaltung einer genügend großen Variabilität in den Populationen unter fluktuierenden Bedingungen gesorgt werden (Scherzinger 1990, Sturm 1993; vgl. Levins 1968). Die Stichhaltigkeit der Gründe, auch die Betonung von Veränderlichkeit, Kontextabhängigkeit und Kontingenz gegenüber generalisierenden und statischen Vorstellungen, bezweifle ich hier nicht, wohl aber die Behauptung, daß Seltenheit oder Vielfalt und sogar Persistenz ökologischer Systeme sekundäre Ziele seien. Belegt sei dies anhand der Betrachtung dessen, was als natürlicher Prozeß gelten darf und was nicht.

Prozeßschutz beruht unabhängig von seiner möglichen instrumentellen Ausrichtung zur Erhaltung größerer Einheiten in jedem Falle auf einer normativen Prämisse, weil die natürlichen Abläufe positiv, die vom Menschen beeinflussten negativ bewertet werden. Dies gilt allerdings nicht, wo der Mensch – wie oben erwähnt – der Natur »Starthilfe« erteilt. Offenbar gilt nicht jeder Prozeß als wertvoll:

»Ein Treibenlassen irgendwelcher Prozesse, eine un gelenkte Entwicklung ohne Sicherstellung ihrer Natürlichkeit bergen ein hohes Risiko zur Fehlentwicklung, wofür Lorenz (1973) – im Kontrast zum Begriff der natürlichen EVOLUTION (= Entfaltung) – das drastische Wort INVOLUTION (= Abbau, Einschmelzen) geprägt hat. Wenn durch ‚freies Laufenlassen‘ auch interessante Wildnisgebiete entstehen können, so heißt un gelenkt nicht automatisch auch natürlich; letztlich werden ja auch Entwicklungen zugelassen, die zum Verlust der Phänomene (Naturschönheit, seltene Arten, ursprüngliche Artenvielfalt, seltene Ökosysteme) führen können, die einst Motiv zur Schutzgebietsgründung waren. Hier kann die angestrebte Dynamik deshalb nur im Sinne einer natürlichen/naturnahen Entwicklung, gleichsam einer nicht gelenkten Evolution gemeint sein.« (Scherzinger 1990:294; Hervorh. i.Orig.)

In diesem Zitat des in Deutschland einflußreichen und vom Argumentationsmuster auch international einschlägigen Artikels kommt – nolens volens – die instrumentelle Perspektive des Prozeßschutzes zur Geltung, wenn Schönheit und Seltenheit natürlicher Gegebenheiten als eigentliche Motive ausgewiesen werden. Was beim Prozeßschutz auf den ersten Blick als physiozentrische (biozentrische oder ökozentrische) Argumentation zum Schutz natürlicher

Prozesse *an sich* erscheint, bezieht sich offenbar doch *instrumentell* auf Schönheit, Vielfalt oder Seltenheit als übergeordnete Naturschutzziele. Zur Begründung des Prozeßschutzes ist die voraussetzungsvolle Annahme eines intrinsischen Wertes dieser Prozesse also möglicherweise gar nicht intendiert, zumindest aber nicht notwendig. Ein zweites wichtiges Fazit besteht darin, daß der Gedanke der Veränderlichkeit ökologischer Einheiten zumindest von Seiten der naturwissenschaftlichen Theorie keine grundsätzlichen Konflikte mit bisherigen Naturschutzzielen birgt. Die bestehenden scheinbaren Widersprüche lassen sich auf die Verwechslung der Ebene naturwissenschaftlicher Beschreibung von Eigenschaften mit dem angeblich daraus abzuleitenden *Schutzstatus*, der mit solchen Eigenschaften einhergeht, sowie mit einer falschen Zuordnung von Zielen und Mitteln zurückführen.

Neben der eher allgemeinen Betonung der Veränderlichkeit existiert in Argumentationen für Prozeßschutz ein Kriterium, das zuweilen als allein entscheidendes zur Bewertung der Natur genannt wird. Es soll dann tatsächlich *Ziel* aller Maßnahmen im Naturschutz sein und im Abwägungsfall mehr als Vielfalt zählen: »Natürlichkeit«. Natürlichkeit ist hier die Abwesenheit früherer *und* aktueller Wirkungen des Menschen, also ein mehr oder weniger hypothetischer Zustand, der gleichzeitig Referenzzustand sein soll (Sturm 1993, Drüke *et al.* 1995). Ziel sind natürliche Selektionsbedingungen im Gegensatz zu anthropogen überformten (Sturm 1993, Blab *et al.* 1994). Dem zugrunde liegt die naturmetaphysische Vorstellung einer ohne den Menschen »optimal funktionierenden« Natur. Dann aber ist mit »Prozessen« allein die Abwesenheit jeglichen menschlichen Einflusses gemeint und eine für die Praxis wenig hilfreiche und begrifflich nicht einleuchtende Gleichsetzung vorgenommen. Ebenso wie »Evolution« finden auch in anthropogenen ökologischen Systemen »Prozesse« statt. In einer anderen Nuancierung verweist Natürlichkeit auf ein vom Menschen zerstörbares Entwicklungspotential:

»Natürlichkeit wäre erzielbar, solange der Landschaft die Potenz zu natürlicher Entwicklung innewohnt.« (Scherzinger 1990:296)

Was immer diese nicht weiter bestimmte natürliche Potenz der Landschaft sein soll, naturwissenschaftlich erfaßbar ist sie grundsätzlich nicht (vgl. Trepl 1996). Sollte der Begriff mehr bezeichnen als die triviale Tatsache, daß sich in einer Landschaft alles verändernd weiter entwickelt, impliziert er eine naturwissenschaftlich hochproblematische teleologische Sicht der natürlichen Prozesse der Evolution (siehe Kap. 12).

9.2 Prozeßschutz als Sicherung unbehinderter Evolution versus Kulturlandschaftsschutz?

Dynamik und Veränderlichkeit ökologischer Systeme, die Geschichte der menschlichen Gesellschaften und die Evolution stehen in einem komplizierten Verhältnis. Sie werden in Naturschutzfragen manchmal gegeneinander ausgespielt und oft miteinander verwechselt. Letzteres betrifft insbesondere einen unreflektierten Übergang in der Rede von 'historischen' und 'evolutiven' Prozessen in der Kulturlandschaft. Die Hintergründe und Probleme des Schutzes bestimmter Nutzungstypen in der Kulturlandschaft sind in der deutschen Naturschutzfachliteratur intensiv analysiert worden (Kaule 1991, Plachter 1991, Konold 1996). Es sprechen Argumente des Artenschutzes, der Traditionspflege und der Nutzung für Naherholung und Tourismus für Ziele der Erhaltung ökologischer Zustände, die aus vorindustriellen anthropogenen Landschafts(um)gestaltungen stammen (vgl. Konold 1996). Allerdings wird zuweilen der Versuch gemacht, die Erhaltung historischer und evolutiver Prozesse in eins zu setzen, wenn zugleich die kulturhistorisch gewachsene Vielfalt gesichert werden und Evolution möglichst unbehindert weitergehen soll (Blab *et al.* 1995:13; Zitat siehe Kap. 1). Der Konflikt betrifft die konkreten Schutzmaßnahmen, die auf der einen Seite nutzungsbedingte oder pflegerische Maßnahmen, auf der anderen möglichst weitgehende Vermeidung menschlicher Eingriffe erfordern würde. Auch die zugrundeliegenden Begründungen unterscheiden sich fundamental: Die Idee von kulturhistorisch gewachsenen Landschaften und deren Genese umfaßt die Vegetations- und Faunengeschichte *als Resultat* einer bestimmten Gesellschaftsform und deren Landnutzung. In diesem Rahmen gleichzeitig von unbehinderter Evolution oder »Dynamik« (Sturm 1993:182) als Ziel zu sprechen wäre paradox, da mit letzterem gerade das Gegenteil gemeint ist – die Abwesenheit menschlicher Naturgestaltung.

Hier besteht also ein Widerspruch in der Schutzidee. Die Erhaltung kulturhistorisch gewachsener Vielfalt kann entweder gesichert werden, oder aber man läßt sich auf die Devise »Laßt der Evolution ihren Lauf« ein. Die argumentative Verknüpfung zweier nicht nur konfligierender, sondern sich konsequenterweise ausschließender Naturschutzziele erscheint mir als entscheidende argumentative Schwäche eines Begründungsdiskurses, der sich bemüht, alle Aspekte in einem Argument zu berücksichtigen und zum Wohle des Naturschutzes zusammenzubringen. Schutz unbeeinflusster Evolution und

Erhaltung der Kulturlandschaft lassen sich weder als einheitliches Argument verwenden noch gleichzeitig an einem Ort verwirklichen. Diese Entgegensetzung gilt allerdings nur, wenn beide Ideen absolut gesetzt sind, also zu obersten Schutzziele erhoben werden. Wenn jedoch sowohl der Schutz unbeeinflusster Prozesse als auch die Erhaltung der Kulturlandschaft als »mittlere Prinzipien« der Naturschutzethik gelten, ist der Widerspruch aufgelöst und die jeweilige Zielsetzung muß im Einzelfall bestimmt werden. Blumrich *et al.* (1998) nennen vier »Grundmotive«, die weitgehend unabhängig und nicht mehr aufeinander rückführbar sind und im Einzelfall konkretisiert werden müssen: *Naturnähe*, *Biodiversität*, *Nachhaltigkeit* und *Kulturlandschaft*.

Möglicherweise liegt der Verwendung des Wortes »Evolution« im Naturschutz und in der Naturschutzforschung nur eine schwerwiegende und inakzeptable Schlampigkeit zugrunde. Die Idee unbeeinflusster Evolution kontrastiert mit einem Evolutionsbegriff, der undifferenziert auf alles historisch entstandene ausgedehnt wird. Beide Fassungen finden sich in der einschlägigen Literatur. Vom Standpunkt der Biologie aus sind beide abzulehnen, da Evolutionsprozesse im engen Sinne überall ablaufen und alle vier obengenannten Grundmotive – allerdings in unterschiedlicher Form – tangiert werden. Es muß also um *bestimmte* Prozesse gehen, die aus bestimmten Gründen anderen vorgezogen werden sollen. Für Schutzgebiete in Reservatform kann klar festgelegt werden, daß dort unbeeinflusste Prozesse das vom Menschen festgelegte Ziel des Naturschutzes sein sollen (siehe oben). Doch was ist mit dem Rest? Welche evolutiven Prozesse oder Potentiale sollen dort erhalten oder gefördert werden?

9.3 Evolutive Potentiale? Mögliche Operationalisierungen für Evolutionsökologie und Naturschutz

Was sind evolutive Potentiale? Ernst Mayr (1967) versteht darunter das Spektrum der Veränderungsmöglichkeiten von Taxa, welches nicht beliebig ist, sondern durch zahlreiche Entwicklungszwänge beschränkt wird. Ein solches Potential wird zumeist für transspezifische Einheiten und damit für makroevolutive Phänomene formuliert:

»Jede Familie oder Ordnung von Tieren und Pflanzen hat ihr spezielles Potential, etwa die Huftiere für Hörner oder die Drongos (Dicruridae) für die Ausgestaltung der Schwanzfedern.« (Mayr 1967:475)

Auch der umstrittene Begriff der Präadaptation ist eng mit Überlegungen zu Potentialen verbunden, die sich auf zukünftig Mögliches und zukünftige Möglichkeiten beziehen:

»(D)er Organismus kann über prospektive Funktionen, über noch nicht eingesetzte Möglichkeiten verfügen (vgl. u. Praeadaptation)«. (Osche 1966:860)

Klar ist aber, daß diese Begriffe mit ex post-*Erklärungen* bestimmter evolutiver Ereignisse im Rahmen phylogenetischer Rekonstruktionen verbunden sind. Es scheint kaum vorstellbar, das evolutive Potential rezenter Taxa abschätzen zu können, das sich auf noch nicht ausgeprägte Merkmale und Situationen beziehen müßte. Evolutive Potentiale sind in diesem »klassischen« Sinne nur retrospektiv zu erkennen. Es ist vermessen, dazu aktualistische Aussagen zu machen, wenn es um Dimensionen von 10.000 und mehr Jahren geht. Wie hätte das evolutive Potential der Säugetiere für ihre ungeheure Radiation nach dem Aussterben der Dinosaurier formuliert werden können?

Die ursprüngliche Vorstellung der Modernen Synthese war, daß die Abtrennung im Rahmen der Ausbildung echter reproduktiv inkompatibler Arten etwa 100.000 bis zu 1 Million Jahren benötigen kann (Simpson 1984/¹1944; Mayr 1967). Sie hängt selbstverständlich von der Reproduktionszeit der Organismen ab. Inzwischen wird die Dauer von Artbildungsprozessen für einige Insekten mit 10.000 bis 30.000 Jahren angegeben; bei Wirbeltieren dauert die Ausbildung von Unterarten 10.000 und weniger, bei Fischen wurde von Artbildung in 4.000 Jahren berichtet (Mayr 1991, Krell 1996). Krell (1996) betont die Bedeutung klimatologischer Ereignisse als Initiator für Speziationen im Bereich der letzten 28.000 bis 8.000 Jahren, die sich anhand der vergleichenden Analyse von Biogeographie und autökologischen (Verbreitungs)Eigenschaften rezenter Käferarten ergibt. Doch Speziationen sind nur ein Fall evolutiver Veränderung. Nicht erfaßt werden können dabei Veränderungen ohne Artaufspaltung, also die diachrone Transformation von Merkmalskombinationen innerhalb der Art (Mayr 1967, 1991).

Sind aber bestimmte festgelegte und festlegbare Rahmenbedingungen für die Evolution, also die Phylogenie der Arten, formulierbar? Da Evolution ohnehin immer stattfindet, müssen es bestimmte Zustände, Organismen(gruppen) oder Richtungen sein, die gegenüber anderen ausgezeichnet werden. Welche Taxa und welche Lebensgemeinschaften wären also aufgrund welcher Kriterien für evolutive Potentiale *bevorzugt* zu schützen? Evolutive Potentiale sind sicher nicht allein genetisch zu (er)fassen. Wie im

Kap. 3.2 angedeutet, ist die bloße Summe der Gene vielleicht nicht einmal besonders wichtig. In einer generalisierenden Sprechweise wird oft gefordert, vor allem die artenreichen und hochinterdependenten mit viel »evolutionärer Information« versehenen ökologischen Systeme als Produkt von Evolutionsprozessen der Arten zu erhalten. Doch es bleibt vollkommen unbestimmt, welcher Informationsbegriff hier zugrundegelegt wird (vgl. Weizsäcker & Weizsäcker 1972; Versuche zur thermodynamischen Berechnung existieren zwar, doch beziehen sich diese nicht auf Evolution im phylogenetischen Sinne, sondern auf Ökosysteme: Margalef 1958, Müller & Nielsen 1996).

Für den Arten- und Biotopschutz liegt der Bezug auf Schlüsselarten nahe, die erhaltenswerte Eigenschaften des Ökosystems bestimmen. Doch dieser Fokus wäre zumindest kein neuer Ansatz, da das Potential allein aufgrund der *rezenten* Bedeutung abgeschätzt wird. Das Argument wäre allein ein indirektes: weil in »funktionierenden« ökologischen Systemen damit gerechnet werden darf, daß auch die evolutiven Prozesse »gut« ablaufen können, braucht sich die Schutzkonzeptionen nicht zu ändern. In diesem Sinne ist Prozeßschutz konsequenter Evolutionsschutz. Allerdings bleibt der Evolutionsbegriff dabei inhaltsleer, und der Unterschied zwischen bevorzugten und ungewollten Evolutionsprozessen wäre nicht erhellt – außer in der willkürlichen und für Kulturlandschaften unzutreffenden Festlegung, daß möglichst geringes Eingreifen des Menschen stets vorzuziehen sei.

Weil man nicht alles überall schützen und erhalten kann, geht es (zunehmend?) um eine Auswahl von Zielobjekten, in die Zeit, Geld und argumentativer Aufwand gesteckt werden soll. Welche Maßnahmen sind evolutionsbiologisch-ökologisch am besten begründet? Für Naturschutzbelange bleibt neben der »Natürlichkeit« als zweiter möglicher Anhaltspunkt, die aktuell »evolutionsaktive« Taxa als mit großem Potential behaftet anzusehen. Hier wären beispielsweise Sippen der Gattung *Hieracium* oder Orchideen der Sippe *Ophrys* mit ihren spezialisierten koevolvierten Bestäubern (vgl. Paulus 1988) zu nennen. Ebenso könnten aber auch konkurrenzstarke Neophyten und Neozoen als Kandidaten für neue evolutive Interaktionen gelten, da sie sich als hochadaptiv erwiesen haben und zum Teil bereits genetisch und/oder phänotypisch von den Individuen ihrer Herkunftsländer verschieden sind (vgl. Blossey & Nötzold 1995). In all diesen Fällen erhielte der Schutz der jeweils raumzeitlich spezifischen Arten im Naturschutz erheblich größere Bedeutsamkeit gegenüber dem Prozeß- oder Biotopschutzaspekt. Das Argument des Schutzes evolutiver Potentiale legt – vielleicht zunächst überraschend –

insofern wieder Artenschutz nahe. Ökologische Systeme würden unter dieser Perspektive vor allem geschützt, um alle Arten und deren evolutive Potentiale zu erhalten. Dieser Ansatz ist dabei mit dem individualistischen Konzept einer Verknüpfung von Evolutionsbiologie und Ökologie am besten kompatibel. Wie im Kap. 3 dargelegt, führt die allgemein akzeptierte Sichtweise, daß die Einheit der Selektion das Individuum und die Einheit der Evolution die Population ist, zu einer gewissen Skepsis, ob und wie »Evolution« ökologischer Einheiten jenseits der (Meta)Population stattfindet, weil man keine Einheiten der Selektion bestimmen kann. Damit wird eine Naturschutzkonzeption mit der Bestandssicherung aller Arten als Ziel und dem ökosystemaren Schutz der biotischen und abiotischen Bedingungen als Mittel zur theoretisch am besten begründeten, weil sie darauf verzichtet, unklare höhere Einheiten als Ziel zu bestimmen. Artenschutz muß dabei aber den vom Prozeßschutz eingebrachten Aspekt der Veränderlichkeit einbeziehen.

Ein dritter Ansatz besteht darin, höherrangige Taxa, deren Verbreitungsschwerpunkte und deren *Merkmalsdiversität* als Kriterien einzusetzen und anhand derer zu bewerten. Voraussetzung ist eine genaue Kenntnis der Taxonomie, Systematik und Verbreitung – insofern stehen damit wiederum klassische Objekte des Artenschutzes wie Tagfalter, Heuschrecken, Vögel und Säuger zur Debatte. Der Grundgedanke ist, diejenigen Regionen bevorzugt zu schützen, in denen von einem Taxon möglichst unterschiedliche Typen vorhanden sind (Übersicht in Forey *et al.* 1993). Es stehen damit zwar wiederum nicht evolutive Potentiale sondern faktische Besonderheiten im Mittelpunkt, aber dieser Ansatz versucht, den Vielfaltsbegriff *phylogenetisch* zu spezifizieren. Er bietet einen Weg, das von Myers (1979) formulierte Triage-Problem lösen, welche Arten eines Taxons anderen aus der Perspektive der Vielfaltserhaltung vorzuziehen wären. Methodische Schwierigkeiten bestehen aber nicht nur aufgrund fehlender Daten zu den meisten Taxa, sondern auch bezüglich der Frage nach einer Verrechnung unterschiedlicher Vielfaltsaspekte verschiedener Gruppen. Dieses Problem unterschiedlicher und teilweise konfligierender Schutzansprüche ist gerade aus dem klassischen Artenschutz »spektakulärer« Taxa längst bekannt (Kaule 1991, Plachter 1991, Usher & Erz 1994). Es war sogar einer der Hauptgründe, auf Biotopschutz, Systemschutz und Prozeßschutz umzusatteln. Ebenfalls nicht einschließbar im Rahmen dieses Ansatzes ist der Schutz seltener Arten, die keine besonderen phylogenetisch interessanten Merkmale innerhalb ihrer taxonomischen Großenheit aufweisen.

Der vierte Aspekt betrifft die Frage, ob von Arten und Sippen *bevorzugt* teilsolierte Populationen am Rand des Verbreitungsgebietes oder aber Einheiten jeweils im Zentrum ihres Areals geschützt werden sollen. Am Rande des Verbreitungsgebietes, in dem bereits mögliche spezielle Anpassungen und Merkmale neu aufgetreten sein könnten, sind evolutive Potentiale schon unmittelbar verwirklicht oder in der Entfaltung. In diesem Sinne wären sie auch als besonders schützenswert einzustufen.

Läßt man die dargestellten vier Ansätze Revue passieren, so liegen die praktischen Schwierigkeiten und theoretischen Aporien der Forderung zum Schutz der Evolution und evolutiver Potentiale nahe. Sollen große einheitliche und idealerweise panmiktische Populationen angestrebt werden, oder ist die Aufteilung in kleinere, genetisch distinkte Populationen sinnvoll im Hinblick auf die Erhaltung der Gesamtpopulation im Gebiet und auf mögliche Speziationseignisse? Das Metapopulationskonzept legt nahe, daß eines ohne das andere nicht geht (Reich & Grimm 1996). Es gibt aber vice versa auch keine eindeutigen Anhaltspunkte, kleine Populationen mit Sicherheit als unbedeutend zu bezeichnen. Im argumentativen Kontext des Naturschutzes ist diese Bestätigung von Unsicherheit aufgrund theoretischer Modelle nicht zu vernachlässigen.

Klar scheint zu sein, daß – wenn überhaupt – evolutive Potentiale an Arten oder bestimmte größere taxonomische Gruppen zu binden sind. Zunächst scheinen ganz allgemein vor allem »evolutionsträge« Arten bedroht und »evolutionsaktive« Arten meist nicht gefährdet. Für das Taxon insgesamt stimmt das aber nur, wenn es auch zahlenmäßig häufig ist. Bei endemischen Sippen und isolierten Teilpopulationen gilt es ebenfalls nicht, weil Habitatzerstörung hier auf einen Schlag alle Potentiale vernichten würde. Unter Beachtung des Unterschieds zwischen schutzwürdig und schutzbedürftig sind natürlich insbesondere adaptiv »schwache« Arten schutzbedürftig. Dann aber wird ein Schutz evolutiver Potentiale für die selektionistische Evolutionsbiologie zum Oxymoron.

Ein weiterer Aspekt ist, daß die Rede von Evolutionspotentialen essentialistisch klingt (siehe Kap. 12) und dabei gerade die kontingenten evolutionsökologischen Kontexte vernachlässigt werden. Mit dem Motto »Je mehr wir haben, desto mehr kann sich entwickeln«, kommt man zwar vielleicht in der Praxis nicht weit; es erfährt aber Unterstützung durch die Ungewißheit, welche Potentiale erstens evolutiv »zukunftsfähig« sind und welche zweitens auch für den Menschen wichtig werden können.

»Genetische Ressourcen lassen sich nicht auf einen physischen Gehalt reduzieren, sie werden vielmehr in historisch-gesellschaftlichen Prozessen erst als solche erzeugt, im einzelnen Fall wie in ihrer theoretischen Gesamtheit.« (Flitner 1995:293)

Für evolutive Potentiale läßt sich diese Behauptung noch weiter unterstützen. Während bei genetischen Ressourcen in gewisser Weise ein Bestand von Lebewesen und ihren genetischen Merkmalen interpretiert wird und damit als Ressource diskursiv erzeugt, ist vollkommen unklar, worin der »nutzbare Bestand« evolutiver Potentiale bestehen soll. Genetische Ressourcen sind insofern gerade keine *evolutiven* Potentiale, sondern *ökonomische* (siehe Kap. 6). Zu klären bleibt aber, welche Bedeutung die evolutionsbiologisch ausgerichtete Genetik für den Naturschutz hat.

10 Evolutionsgenetische Methoden und Konzepte im Naturschutz: Übersicht, Anwendungsbeispiele und Implikationen

Die Genetik im Naturschutz ist fokussiert auf Populationen und Arten als evolvierende Einheiten in einer sich wandelnden Umwelt: Nur wer sich verändern kann, kann mit der Veränderung schritthalten (»Red Queen Hypothesis«, Van Valen 1973). Populationen benötigen für ihre Erhaltung und Weiterentwicklung ein gewisses Maß genetischer Vielfalt. Goldschmidt formuliert auf dieser Grundlage prägnant den gemeinsamen Nenner von Biologie und Naturschutz hinsichtlich der Bedeutung der genetischen Vielfalt:

»Wenn ganze Populationen ausgerottet werden, verschwindet somit ein wichtiger Teil der genetischen Variation [innerhalb einer Art; T.P.], und gerade auf sie stützt sich der evolutionäre Schwung. Mangel an genetischer Variation macht Arten verletzlich und erhöht das Risiko des Aussterbens, da es keine Individuen mit der passenden genetischen Ausrüstung zum Überleben unter veränderten Umständen mehr gibt.« (Goldschmidt 1997:253)

Genetische Aspekte gewannen im Umwelt- und Naturschutz zunächst an Bedeutung, als die Bedrohung der Vielfalt regional angepasster landwirtschaftlich genutzter Sorten herausgearbeitet wurde. Der Biodiversitätsbegriff hebt genetische Vielfalt als Voraussetzung auch für die Erhaltung wildlebender Tier- und Pflanzenarten hervor (siehe Kap. 5-6). Erlaubt nun dieses Wissen um genetische Diversität als Grundlage und möglicher Indikator evolutiver Potentiale die Entwicklung völlig neuartiger Ideen und Konzepte für den Naturschutz (Kap. 9.1)? Welche Bedeutung besitzt die genetische Ebene bezüglich der Formulierung evolutiver Potentiale? Ergeben sich darüber hinaus begriffliche Änderungen oder Folgeprobleme eines auf die Ebene der Gene fokussierten Konzepts im Naturschutz (Kap. 9.2) und der Naturschutzethik (Kap. 9.3)?

10.1 Genetik im Arten- und Biotopschutz: kurze Übersicht

Die in den Kap. 3 und 4 skizzierte Hinwendung zu dynamischeren Auffassungen natürlicher Prozesse warf für den Naturschutz die pragmatische Frage auf, ob zur Erhaltung von Populationen und Arten ein möglichst großes oder möglichst viele kleine Schutzgebiete günstiger seien. »Single large or several small?« prägte unter dem Akronym SLOSS maßgeblich die Debatten der Naturschutzbiologie in den 1980er Jahren – auch unter populationsgenetischen Aspekten. Genetische Variabilität in Populationen ist nicht nur Ausgangsbedingung für evolutive Veränderungen und Speziationsprozesse, sondern auch Grundlage für eine mittel- und langfristige Erhaltung von Populationen in einem Gebiet.

An dieser Stelle soll und kann keine synoptische Darstellung genetischer (Loeschcke *et al.* 1994) und gentechnischer (vgl. Moore *et al.* 1992) Methoden vorgelegt werden. Meine Frage lautet vielmehr, inwiefern solche Methoden zur Klärung und Operationalisierung von Begriffen wie »evolutive Potentiale« dienen, ob sie die Zielbestimmung des »Schutzes der Evolution« konkretisieren können und inwiefern sie andere naturschutzethisch relevante Fragen tangieren. Der Einsatz der Genetik im Naturschutz bezieht sich auf drei Bereiche:

- Die *ex situ-Konservierung* von Samen oder Gewebeteilen von Wildpflanzen und -tieren in Samen- oder Genbanken sowie in botanischen und zoologischen Gärten: Frankel & Soulé (1981), Mader (1988) und andere betonen, daß diese *ex situ-Konservierung* keinen Beitrag zum Naturschutz in Sinne des Biotopschutzes leisten kann, denn Arten sollen in ihrem ökologisch-evolutiven Kontext verbleiben und nicht als Samen oder Gewebekultur beziehungsweise als museales Exponat davon ausgeschlossen bleiben.
- Genetische Methoden als *analytisches Werkzeug* im Zusammenhang mit der Erhaltung sehr seltener Großtier- und Pflanzenarten: Neben der *ex situ-Erhaltung* in Zoos und botanischen Gärten betrifft dies auch bestimmte Maßnahmen des klassischen Artenschutzes, beispielsweise bei der Auswilderung von Greifvögeln oder großen Beutegreifern. Dabei geht es um die Auswahl geeigneter Paarungspartner zur Vermeidung von Inzucht. Neuerdings werden molekulargenetische Analysen forensisch eingesetzt, um die Herkunft (von Teilen) geschützter Tiere zu klären und mögliche Falschdeklarationen und Verstöße gegen Fang- und Jagdverbote aufzudecken. Insofern handelt es sich dabei ebenfalls um *ex situ-Maßnahmen*.

- Populationsgenetik und genetische Methoden für den *in situ* Arten- und Biotopschutz:
 - a) Bei der Schutzgebietsplanung sollen mit Hilfe der Populationsgenetik minimal notwendige Populationsgrößen berechnet und deren Flächenbedarf bestimmt werden. Das bedeutet zu überlegen, wie groß die Population und deren genetische Diversität sein muß, um das langfristige Überdauern im Gebiet zu gewährleisten. Dabei besteht die Frage nach der Notwendigkeit eines genetischen Austausches mit Nachbarpopulationen. Es ist zu prüfen, ob im Sinne notwendiger Heterogenität viele kleine Populationen mit nur gelegentlichem Austausch geeigneter sind oder eine bzw. wenige große und panmiktische Bestände (Konzept der Metapopulation: Gliddon & Goudet 1994; Inbreeding/outbreeding: Hauser *et al.* 1994).
 - b) Eine weitere Idee ist, mit genetischen Methoden bestehende Art- und Populationsunterschiede zu prüfen. Im Rahmen von Umsiedlungsmaßnahmen von Wirbeltieren wird geprüft, inwiefern Populationen einer Art sich bereits von anderen unterscheiden, um die Auswahl der Herkunft von umgesiedelten Organismen und deren Zielgebiet festzulegen. Des Weiteren könnten Subpopulationen als eigene Arten entdeckt werden, die man bislang unter eine Art faßte – oft sogenannte Geschwisterarten mit identischen äußeren Merkmalen –, um dann beide unter Schutz zu stellen. Auch der gegenteilige Fall ist möglich: Bei seltenen lokalen Populationen, die man für eigene Arten hielt und deshalb schützte, wird genetisch eine Identität mit einer häufigen Spezies festgestellt. Als Konsequenz entzieht man ersterer den Schutzstatus mit der Begründung, bei »genetischer Zugehörigkeit« zu einer häufigen Art bestünde keine Schutzwürdigkeit mehr (vgl. Bender 1992).

10.2 Genetische Diversität im Naturschutz: theoretische und methodische Aspekte der Renaissance des Artenschutzes

Die oft als selbstverständlich angesehene oder unbemerkte Konsequenz einer Integration genetischer Aspekte in den Naturschutz ist, Populationen und Arten wieder als Hauptobjekte im Naturschutz zu betrachten. Die Betonung der Rolle genetischer Vielfalt entstammt wiederum evolutionstheoretischen Erwägungen, und somit impliziert Evolutionsbiologie die Erhaltung der Arten als Aufgabe des Naturschutzes. Der Zusammenhang ergibt sich gleichermaßen

aus theoretischen Erwägungen und aus der Forschungspraxis. Zunächst war die Anwendung genetischer Methoden der Fokussierung seltener Arten im klassischen Naturschutz und der Sortenverarmung in der Landwirtschaft geschuldet (vgl. Frankel & Soulé 1981). Dieses Basiswissen hat verschiedene Versuche nach sich gezogen, die Rolle der genetischen Vielfalt als Kriterium im Naturschutz fruchtbar zu machen (Frankel & Soulé 1981, Schoenwald-Cox *et al.* 1983, Loeschcke *et al.* 1994).

Die Bedeutung der Gene als Untereinheiten *genealogischer* Prozesse bleibt auch im Rahmen der Integration von Evolutionsbiologie und Ökologie auf Individuen in Populationen beschränkt (siehe Kap. 3). Ökosystemare Funktionen oder Interaktionen auf Ebene der Lebensgemeinschaften sind der genetischen Analyse nicht direkt zugänglich, sondern nur vermittelt der Populationen einer Art. Evolutionsbiologische Aspekte sind für den Naturschutz demnach als wissenschaftliche Fragen allein populationsbiologische, populationsgenetische und autökologische Fragen, weil derzeit keine weitergehende Theorie-Integration genealogischer und ökologischer Einheiten existiert. Die evolutionstheoretisch orientierte Ökologie fußt auf dem Konzept, welches allein individuelle Organismen in Populationen als Akteure der Evolution kennt. Aus der Einbeziehung der Evolutionstheorie in die Ökologie und konkreten evolutionsbiologischen Ansätzen für den Naturschutz folgt also die Wiederentdeckung und Stärkung des *Artenschutzes*, weil nur dieser die relevanten Einheiten im Blick behält. Um Mißverständnisse zu vermeiden: das bedeutet nicht, daß die Wechselwirkungen in Lebensgemeinschaften und Ökosystemen unbedeutend für den evolutiven Kontext der Organismen wären. Individuelle Organismen und Populationen der jeweiligen Arten bleiben aber die gemeinsame Schnittmenge ökologischer und evolutionsbiologischer Erwägungen – auch für genetische Aspekte.

Loeschcke *et al.* (1994) legten aus populationsgenetischer Perspektive eine kritische Bestandsaufnahme zum Thema Genetik und Naturschutz vor. Ihr Fazit lautet, daß gesetzmäßige Formulierungen eines direkten Kausalzusammenhangs zwischen Verlust der genetischen Vielfalt und dem Aussterben von Arten kaum möglich sind. Eine praktische Schwierigkeit besteht darin, daß sich die Berechnung minimal notwendiger Populationsgrößen ausgehend von Einzelfällen nicht generalisieren läßt. Populationsgenetische Studien haben also meist, ebenso wie z.B. vegetationskundliche oder biozöologische Untersuchungen den Rang von Dokumentationen bestimmter Entwicklungen, die erst *post factum* in ihren genauen Mechanismen analysiert werden können.

Damit gilt es, den Anspruch und die tatsächliche Relevanz der Methoden sehr kritisch zu prüfen. Loeschcke *et al.* (1994) fordern eine engere Verknüpfung populationsgenetischer und ökologischer Ansätze im wissenschaftlichen Naturschutz, die immer noch ein Desiderat darstellt.

Erst wenige Studien haben die Verknüpfung solcher Aspekte vorgenommen; diese weisen auf die Schwierigkeiten der Aussagekraft von Studien molekularer Marker hin. Schieferstein (1997) ermittelte, daß in Schilfbeständen phänotypische und genotypische Unterschiede bestehen, daß diese aber nur geringe Korrelationen aufweisen. Phänotypische Unterschiede sind hier nicht in erster Linie auf unterschiedliche Genotypen zurückführbar. Schilfrohr ist allerdings als modularer Organismus insofern außergewöhnlich, als bei ihm die gemeinhin postulierten Zusammenhänge genetischer Austauschprozesse innerhalb einer Population nicht unmodifiziert gelten dürften. Dennoch ist der Befund bedeutsam, da Merkmalsvielfalt hier nicht maßgeblich auf unterschiedlichen Genotypen beruhen muß. Auch hängt die Bestandsstabilität im Sinne von Persistenz nicht notwendig von großer genetischer Vielfalt ab. Nährstoffversorgung und Mikroklima sowie weitere »externe« Faktoren scheinen weitaus wichtigere Effekte auf die Bestandsdynamik zu haben.

Als Resultat einer aktuellen Literaturübersicht formuliert Holsinger (1996) die Grundaussage, daß mit molekulargenetischen Methoden nicht notwendigerweise Erkenntnisse zu Anpassungsmechanismen der Organismen und/oder der Population gewonnen werden können. Zwar repräsentieren genetische Unterschiede vom theoretischen Standpunkt aus Unterschiede als Folge adaptiver Differenzierung, doch sind mutmaßlich neutrale Mutationen damit nicht ausgeschlossen. Vor allem aber kann die Abwesenheit genetischer Unterschiede nicht als Hinweis auf fehlende adaptive Differenzen mißverstanden werden. Ob eine »mittlere« genetische Diversität sogar auf ausgeglichene, konstante ökologische Bedingungen hinweist, steht zumindest zur Debatte. Langzeitdaten zur Prüfung solcher Ideen fehlen allerdings praktisch völlig. Als methodisches Problem gilt, daß für Gefährdungs- bzw. Überlebensfähigkeitsanalysen von Populationen die herkömmlichen genetischen Analysen selektions-»neutraler« Marker aufgrund des bisher Dargestellten als nicht geeignet erscheinen. Vor allem aber wird der Verlust genetischer Diversität derzeit eher als Symptom denn als Ursache der Gefährdung von Populationen angesehen (Holsinger 1996). Die praktische Relevanz der Genetik bleibt also für den Naturschutz vergleichsweise gering, die Ausnahme stellen Zuchtprogramme und die Kontrolle des Handels mit geschützten Arten oder deren

Produkten dar, wo genetische Tests die Herkunftsangaben überprüfen können.

Schwierigkeiten der Anwendung genetischer Ansätze *in situ* lassen sich zum Teil auf die zugrundeliegende Theoriewahl der Populationsbiologie und -genetik im Naturschutz zurückführen. Caughley (1994) unterscheidet zwischen dem »small population paradigm« (SPP) und dem »declining population paradigm« (DPP) bei Analyse und Management bedrohter Arten. Das SPP beruht auf Theorien zu den Eigenschaften, insbesondere Mechanismen der Persistenz kleiner Populationen. Das Verhalten kleiner Populationen ist evolutionstheoretisch bedeutsam für die Speziation (grundlegend: Mayr 1967, Fisher 1958), gleichzeitig ist es biologisch sowie mathematisch interessant: Inzuchtphänomene, demographische Stochastizität und genetische Drift sind Phänomene, die in kleinen Populationen auftreten. Aus experimentellen Studien, vor allem aber anhand mathematischer Modelle der genetischen Populationsstruktur entstand das Konzept der minimal überlebensfähigen Populationsgröße (»minimum viable population«, MVP). Die sogenannte 50/500-Regel – bei einer Populationsgröße von 50 reproduktionsaktiven Tieren sind Inzuchtphänomene unproblematisch, bei 500 ist die Evolutionsfähigkeit gewährleistet – fand ebenso schnelle Verbreitung (Frankel & Soulé 1981) wie Kritik und Einschränkungen ihrer Gültigkeit und Anwendbarkeit (Soulé 1987). Für Prognosen oder sichere Festlegungen der notwendigen Individuenzahlen sind die zugrundeliegenden Annahmen der MVP zu unsicher (welche genetische Diversität ist ausreichend?) und zu wenig realistisch (Varianz und Heterozygotie als unabhängig voneinander gedacht; Aussagekraft des untersuchten genetischen Markers für die entscheidenden Merkmale). Zur Verbesserung der Modelle fehlen bislang ausreichende Freilanddaten von Fallstudien (Caughley 1994). Auch die Populationsgefährdungsanalyse (»population viability analysis«, PVA) ist schwierig in der Praxis vor Ort anwendbar, weil die notwendigen demographischen und populationsgenetischen Informationen fehlen. Nach Caughley (1994) sind diese Mängel der Anwendbarkeit in Naturschutzsituationen der Systematik des SPP selbst geschuldet, da die Modelle auf kleine Populationen mit annähernd *konstanter* Individuenzahl und bekannter demographischer Struktur entwickelt wurden. Naturschutzrelevant sind aber zumeist im Rückgang befindliche Populationen, diesbezügliche Ursachenforschung und mögliche Gegenmaßnahmen. Das SPP kann im Gegensatz zum DPP praktisch nichts zur Ursachenanalyse des Rückgangs beitragen. Das DPP ist arm an mathematischer Theorie, da

externe Ereignisse im Einzelfall in ihrer Wirkung auf Populationen untersucht werden. Die Verallgemeinerung ist qualitativer Art und bildet eine Liste von vier großen Bedrohungen: Übermäßige Jagd/Fischerei/Aufsammlung (»overkill«), Habitatzerstörung und -fragmentierung, eingeschleppte Arten, Aussterbeketten (Arten sterben aus, da andere als Nahrung oder Bestäuber ausfallen). Caughley (1994) fordert die Kombination der bisher weitgehend getrennten SPP und DPP, um eine quantitative Theorie extern verursachter Populationrückgänge zu entwickeln.

Meiner Ansicht nach wurzelt der Unterschied von SPP und DPP in theoretischer Hinsicht nicht in Fragen der Generalisierbarkeit und Mathematisierbarkeit stochastischer Ereignisse und Prozesse in Populationen. Während das SPP die interne Regulation der Population mit Betonung genetischer Prozesse fokussiert, ist das DPP weitgehend auf externe Einflüsse als Kausalfaktoren festgelegt. Dies reflektiert insofern den alten Streit um dichteabhängige *versus* umgebungsbedingte Regulation von Populationen (siehe Kap. 3.2), als auch hier in der systematischen Berücksichtigung beider Aspekte die Lösung liegen müsste. Meines Erachtens fordert Caughley (1994) nicht nur für den Naturschutz eine Evolutionsökologie des kontingenten Einzelfalls. Diese kommt allein mit der Genetik nicht weit, denn die agierenden Organismen und ihre Gefährdungen lassen sich nicht über diese Ebene allein verstehen. Es ist noch nicht einmal klar, ob die genetische Struktur von Populationen als Ebene ultimativer Ursachen für naturschutzbezogene Forschung sinnvoll ist, da sie die phänotypischen Effekte nicht berücksichtigen kann. Spekulationen über evolutive Potentiale sind sicherlich nicht vornehmlich durch das Studium genetischer Diversität zu befördern, sondern vielmehr über die integrative Beurteilung der Eigenschaften der Organismen und ihrer Population in der spezifischen ökologischen Situation.

10.3 Genetische Diversität als Kriterium im Arten- und Biotopschutz: praktische Implikationen

Genetische Analysen zur genaueren Bestimmung von Art- und Unterartabgrenzungen sind vom taxonomischen Standpunkt hilfreich, um diskrete Einheiten auf genetischer Ebene darzustellen. Auch für den Naturschutz erscheint die Aussicht, (Sub)Populationen als eigene Arten »entdecken« zu können, als nützlich und zielführend. Allerdings würde dieselbe Herangehensweise im

gegenteiligen Fall genetischer Übereinstimmung einer Population mit einer häufigen und nicht geschützten Spezies abstrus anmutende Konsequenzen haben: Eine phänotypisch als diskrete Einheit wahrnehmbare und wahrgenommene Population, die aufgrund ihrer – lokalen – Besonderheit Schutzstatus erhielt, wird genetisch »überführt«, in Wirklichkeit gar nicht als diskrete Einheit zu existieren und damit auch nicht bedroht zu sein.

Die Argumentation mit genetischen Kriterien verfällt also auch den grundsätzlichen Problemen des Kriteriums der Seltenheit als alleiniges oder hauptsächlichliches Schutzargument. In genau diese Richtung gehen aber genetische – und auch gentechnische – Ansätze im Naturschutz:

»The genetics of nature conservation is the genetics of scarcity. [...] As geneticists, therefore, we have little to say about the conservation of species which are now and will remain abundant.« (Frankel & Soulé 1981:8)

Ein gleichfalls problematischer Ansatzpunkt ist es, »genetische Verunreinigungen« bei seltenen Arten zu suchen, die durch Einkreuzen verwandter ubiquitärer Arten, *horribile dictu* gar Exoten, entstanden sind, um daraufhin Management-Maßnahmen zu ergreifen, die das Ziel haben, diese »genetische Kontamination« zu beseitigen (Bender 1992). Abgesehen vom fragwürdigen Duktus der Vorstellung einer genetischen Reinheit ist einzuwenden, daß dies mit Vorstellungen von »let nature take its course« auch hinsichtlich des Zulassens neuer Evolutionspfade konfligiert. Die stattgefundene Veränderung des Genpools wird an dieser Stelle nicht positiv als Erhöhung der Allelzahl, sondern als Verschlechterung verstanden – eine stichhaltige Begründung zur Bekämpfung »genetischer Kontamination« ist nur über die Postulate eines statischen Einzelartenschutzes möglich, der ganz bestimmte Einheiten konservieren will. Der Schutz solcher Einheiten kann dann mit dem Ziel der Erhaltung einzigartiger Populationen oder Arten oder deren funktioneller Bedeutung begründet werden, *nicht* aber mit deren genetischer Reinheit und auch nicht mit Verweisen auf die Evolution.

Zur Analyse dieser Situation sei auf mehrere Aspekte dieses Problems hingewiesen. Es ist nicht alles an jedem Ort schützbar, doch genau dieses Ziel liegt im Naturschutz oft zugrunde – aus gutem Grund, da möglichst viel oder gar »alles« zu erhalten in einer Zeit der sinkenden Bedeutung des Naturschutzgedankens prinzipiell angezeigt scheint (Rat der Sachverständigen 1996). Wichtig ist aber, die Begründungsebene zu berücksichtigen. In vielen Fällen dürfte es nicht um die *Notwendigkeit* der Existenz einer bestimmten

(Meta)Population für die ganze Art im Gebiet gehen und auch nicht um die unumgängliche Vermeidung von Inzuchtphänomenen, sondern darum, daß man dieses Taxon aus Gründen einer inhärenten Wertzuschreibung gern im Gebiet hätte.

Aus evolutionsökologischer Sicht bestehen zudem die methodischen und theoretischen Probleme, die bereits im Zusammenhang mit dem Biodiversitätsbegriff genannt wurden: die Fokussierung auf genetische Diversität vernachlässigt die Bedeutung epigenetischer Prozesse, die für die Merkmalsausprägung des Phänotyps entscheidend sind. Damit zusammenhängend fehlt die Berücksichtigung des Phänotyps als Einheit der Selektion und des ökologischen Geschehens. Genetische Methoden sind zudem Methoden des klassischen Artenschutzes großer, populärer Taxa. Für deren Wiederansiedlung oder Management sind sie geeignet; in einem integrativen Naturschutzkonzept müssen sie eine untergeordnete Rolle spielen – in praktischer und theoretischer Hinsicht. Die Überbetonung des genetischen Aspekts vernachlässigt eine Analyse der Populationsgefährdungen, und methodisch ist der Ansatz für Prognosen und praktische Handlungsanweisungen noch zu wenig ausgereift. Genetische Analysen der Population allein werden nicht hinreichen, um sichere Anhaltspunkte für die Artenschutzplanung zu bekommen. Der Aspekt genetischer Vielfalt muß in einen evolutionsökologischen, organismenzentrierten Ansatz eingebettet werden. Dem Organismuskonzept in seinen unterschiedlichen Facetten für Biologie, Naturschutz und Ethik ist das folgende Kap. 11 gewidmet.

Teil IV

Evolution – Naturschutz – Ethik

Synthese und Fazit

Ein komplexes Thema wie der Zusammenhang von Evolutionsbiologie, Naturschutz und Ethik sollte weder in Form einer einfachen Antwort »geklärt« noch mit der Behauptung einer irreduziblen Unübersichtlichkeit abgetan werden. Die expliziten und impliziten moralischen Einstellungen gegenüber der Natur und ihr Zusammenhang mit naturwissenschaftlichem Wissen sind auch bezüglich der Evolution sehr heterogen, *aber gerade nicht beliebig*.

Im vierten Teil der Untersuchung werde ich die verschiedenen Aspekte des Evolutionsbegriffs und der Evolutionsbiologie für Ökologie, Naturschutz und Ethik zunächst unter zwei systematischen Gesichtspunkten neu diskutieren und beurteilen: die evolutionär begründete normative Aufwertung des Organismus sowie diejenige der Evolution selbst. Ausgehend von den theoretisch-naturwissenschaftlichen Aspekten der Evolutionsbiologie werden die Bedeutung des Organismus für den Naturschutz und die Verbindungen zur Ethik kritisch diskutiert, wobei metaphysische Interpretationen des Organismusbegriffs ins Spiel kommen (Kap. 11). Anschließend untersuche ich die Voraussetzungen, unter denen Evolutionsprozessen insgesamt ein Wert zugeschrieben wird. Die Bestimmung eines möglichen Ziels evolutiver Prozesse und deren Schutzwürdigkeit hängt damit zusammen, welche unterschiedlichen Konzeptionen vom Wesen der Evolution, des naturwissenschaftlichen Wissens und der Ethik jeweils zugrundeliegen (Kap. 12). Abschließend fasse ich in einem Fazit meine Antworten auf die Frage zusammen, ob und inwiefern die Evolutionstheorie als Handlungsanleitung im Naturschutz dienen kann (Kap. 13).

11 Evolutionsbiologie, Organismusbegriff und metaphysische Interpretation

Für die Theorienverknüpfung von Evolutionsbiologie und Ökologie nimmt der Organismus eine besondere Rolle ein, da er innerhalb der unterschiedlichen Hierarchien die einzige gemeinsame Einheit darstellt (siehe Kap. 3.3). Wenn also Organismen für evolutionäre und ökologische Kontexte die Schnittstelle bilden, sollte ein organismenzentriertes Konzept auch für den Naturschutz angemessen sein. Dies erfordert gleichzeitig, das Konzept natur(schutz)ethisch zu reflektieren.

11.1 Organismusbezogene Ansätze für Evolutionsbiologie und Ökologie

Der Begriff des Organismus hat über die Biologie hinaus eine wechselvolle wissenschaftliche und gesellschaftspolitische Geschichte, und seine Bedeutung ist bis heute höchst umstritten. Ungeachtet solcher Aspekte habe ich eine objekttheoretische Arbeitsdefinition vorgelegt: Organismen sind ein- oder mehrzellige Lebewesen mit eigenem Stoffwechsel, struktureller (morphologischer und/oder zellulärer) Gliederung, funktionaler Integration als Einheit sowie der Fähigkeit zur Reproduktion. Ob es »den« Organismus als Typus oder gar in einer empirisch ausweisbaren Realdefinition gibt und ob eine dazu passende einheitliche Theorie des Organismus überhaupt möglich ist, wird bezweifelt (Schlosser 1996). Gutmann (1996) diskutiert den Organismusbegriff ausnehmend kritisch und lehnt zumindest eine objekttheoretische Realdefinition gänzlich ab. Aus Perspektive der Methodischen Philosophie (Konstruktivismus) soll gelten: »Organismen sind ebensowenig Naturgegenstände wie Funktionen, Komponenten, Teile o.ä.« (Gutmann 1996:268); gleichwohl bestehe die »Gegenstandskonstitution der Biologie [...] (in der) Erzeugung des Organismus« (ebd.:202). Trotz aller Differenzen über den

epistemischen Status als methodologische oder empirisch existente Einheit oder als ontologisch verstandenen Naturgegenstand scheint mir die Bedeutung dreier *Kriterien* für Organismen einschlägig und unumstritten: erstens die – nicht selten lebensweltlich – erkennbare Abgrenzung von der Umwelt, zweitens die funktionelle Integration als Einheit (»Individuum« sensu Hull, siehe Kap. 3.2) und drittens die Reproduktionsfähigkeit. Unstrittigkeit der Kriterien bedeutet nicht, daß Einzelfälle nicht schwierig zu beurteilen sind, beispielsweise die Abgrenzung modularer Organismen, die Einstufung von Insektenstaaten als Organismen und die Rolle der einzelnen Kastenmitglieder als einzelne Organismen oder eben als »Organe«. Organismen sind also individuelle Lebewesen, im Rahmen der Evolutionstheorie sind sie die Einheiten der Selektion. Organismen sind *als Einheiten* die alleinigen biologischen Interaktoren in der Phylogenie.

Jedes wohlverstandene Organismuskonzept – wie auch immer es im einzelnen zu bestimmen sein mag (vgl. Weingarten 1993) – ignoriert jedoch gerade nicht die Bedeutung der Interaktionen mit der Umwelt oder die nicht bis ins letzte »abgrenzbaren« Übergänge des Stoff- und Energiewandels an seinen Grenzen. Ohne einen expliziten Bezug zur Interaktion mit (s)einer Umwelt macht das gesamte Organismuskonzept keinen Sinn (Uexküll 1973/1920, Bock & Wahlert 1965, MacMahon *et al.* 1978). Weiterhin bietet »Organismus« einen notwendigen Differenzbegriff zu »System« und »Interaktor« vor allem für die Ökologie. Der eher lebensweltliche Terminus »Lebewesen« wird beim Organismus anhand der genannten Kriterien genauer biologisch bestimmt. Bereits Friederichs (1937) hat auf den Unterschied zwischen Organismen und Organisationen hingewiesen – und dabei spätere Kritik an naiven systemtheoretischen Interpretationen antizipiert. In der Ökosystemökologie fehlt diese Differenzierung zwischen lebenden Systemen (Lebewesen) und belebten Systemen (Systeme, die Lebewesen enthalten). Eine Ökosystembetrachtung, die Organismen jeweils nur als Stoff- und Energiewandler im »Systemganzen« betrachtet, verliert die individuums- und artspezifischen Charakteristika des Organismus und bleibt daher auch blind für evolutionsbiologische Aspekte. Solche Ansätze sind für bestimmte Fragestellungen sinnvoll, denn für größere raumzeitliche Betrachtungen muß von der spezifischen Organismenkombination abstrahiert werden. Diese Reduktion von Komplexität darf aber nicht mit dem Anspruch geschehen, das Wesentliche der *biologischen* Interaktion erfaßt zu haben (vgl. Jax 1996; siehe Kap. 3 und die Kritik am Biodiversitätsbegriff in Kap. 6).

Auf der anderen Seite ist der Organismusbegriff auch nicht mit der Einführung von Evolution als Erhaltung und Reproduktion »harmonischer Genome« (Mayr 1967:119) oder »egoistischer Gene« (Dawkins 1978) kompatibel; eine Reduktion zum Vehikel genetischer Replikatoren verbietet sich aus pragmatischen und theoretischen Erwägungen (siehe Kap. 3.2).

Alle Lebewesen werden als Organismen verstanden, dennoch ist der Organismusbegriff gleichzeitig ein Begriff der Differenz, der Spezifität: Evolution der Organismen läßt sich weder auf Gene noch auf Populationsprozesse von Individuen noch auf Energie- und Stofftransformation reduzieren. Biodiversität kann weder durch alleinige Betonung der genetischen Ebene noch mit dem Verweis auf Vielfalt als Prinzip auf allen Ebenen des Lebens erklärt werden. Biodiversität findet ihr Fundament in den Interaktionen und der Genealogie von Organismen (siehe Kap. 6). Die Besonderheit der Organisation lebender Einheiten ist die Form des Organismus, und die Vielfalt der Realisierungen von Organismen bildet die maßgebliche Erscheinungsform von Biodiversität. Insofern plädiere ich hier für eine emergentistische Biologie vom Organismus aus. *Nicht alle Phänomene können erklärend auf die Organismen reduziert werden, wohl aber geht jede Erklärung in der Biologie vom Organismus aus.*

In fünf Punkten sei diese herausgehobene – nicht aber die alleinige – Bedeutung von Organismen als Einheiten in allen biologischen Systemen und in der Evolution festgehalten:

- 1 In der *Evolutionärsbiologie* ist ein Organismuskonzept unumgänglich, um Fragen der Struktur und Funktion von Lebewesen und deren Wandel überhaupt bearbeiten und verstehen zu können (Weingarten 1993, Maier 1994a,b,c, Gutmann 1996). Eine Reduktion auf die genetische Ebene ist für diese Ansätze ebenso wie für ökologische Ansätze unproduktiv. Auch Phänomene wie Biodiversität und die ökologischen Aspekte der Erhaltung von Populationen an einem Ort lassen sich nicht hinreichend ohne Organismuskonzept verstehen.
- 2 Die *Theorie* der Evolution weist Organismen einen besonderen epistemischen Status zu: der individuelle Organismus ist Einheit der Selektion und von daher eine herausgehobene Integrationseinheit im evolutiven Geschehen. Zentral sind die zugrundeliegenden Ideen der Genealogie und der Interaktion.

- 3 Organismen repräsentieren Klassenmerkmale von Arten. Wenn also die Selektion artspezifische Merkmale betrifft (»sorting at the species level«, Eldredge 1985:203; vgl. Vrba 1989), sind wiederum Organismen betroffen, die diese Klassenmerkmale zeigen. Es ist nicht nötig, komplizierte Konstruktionen taxonspezifischer Replikatoren auf genetischer Ebene zu bemühen, die dann unabhängig vom Gesamtgenom selektioniert werden müßten. »Artselektion« oder Selektion auf Ebene anderer monophyletischer Taxa sind keine Selektionsprozesse von taxonomischen Individuen sensu Hull, sondern von individuellen Organismen mit bestimmten – genealogisch verursachten – Klassenmerkmalen.
- 4 Organismen sind zugleich die Akteure des ökologischen Geschehens, nicht abstrakte Stoffströme oder Energieeinheiten. In der Ökosystemökologie kann zwar von den konkreten Organismen abstrahiert werden, jedoch bleibt in theoretischer Hinsicht der Status von Organismen als Stoff- und Energiewandler in Ökosystemen fundamental. Als bislang nicht überprüfte These verbleibt die Trennung evolutiver und ökosystemarer Prozesse: »The organisms affecting the matter and energy flow of [a certain area] may differ from those organisms that affect the expected reproductive success of the component organisms« (MacMahon *et al.* 1978:703). Die Intensität funktionaler Beziehungen und die Selbstabgrenzung höherer Einheiten anhand von Symbiosen und Koevolutionsphänomenen bedeutet eine Rekonstruktion ökosystemarer Zusammenhänge von den einzelnen Arten aus und bietet den Anschluß an die Evolutionsforschung. Selbstreferentialität und Selbstorganisation machen nur Sinn bei funktionalen Systemen (Bestäuber-Blüte), nicht aber bei physiognomisch verstandenen Ökosystemen im Sinne von Moor, Wald, oder Wiese. Mit theoretischen und empirischen Studien wäre dem Problem näherzukommen, wie sich in ökologischen Kontexten zwischen den Extrempolen organismischer Selbstabgrenzung und Symbiose semiautonome Verknüpfungen entwickeln (siehe Kap. 3.3).
- 5 Der Organismusbegriff betont die *Differenz* zwischen den jeweiligen Konstruktionen und funktionalen Konnexen von Lebewesen, insofern die in der Evolution realisierten Formen nicht »den« Organismus, sondern organismische Vielfalt repräsentieren. Maier spricht in diesem Zusammenhang davon, »daß organismische Strukturen in kompromißhafter Form zugleich ›geronnene Geschichte‹ und ›geronnene Funktion‹ verkörpern, wobei die Relationen beider Komponenten von Fall zu Fall variieren«

(Maier 1994a:79). Es existiert keine einheitliche Lösung für die Konstruktion und die ökologische Funktion von Organismen. Alle Lebewesen sind zwar Organismen, der Status als Organismus ist jedoch keine Eigenschaft der belebten Natur, sondern er kommt – in je spezifischer Form – unterschiedlichen konkreten Lebewesen zu. Dieses an Jakob von Uexküll (1973) erinnernde Programm scheint weiterhin ein nicht ausreichend eingelöstes Desiderat der Biologie zu sein. In der Verbindung von Genealogie und Interaktionsperspektive wäre zumindest die Integration von Ökologie und Evolutionsbiologie anzugehen.

Ambivalenz des Organismusbegriffs

Eine fundamentale, charakteristische Ambivalenz des Organismusbegriffs sei anhand einer typischen Formulierung Ernst Mayrs verdeutlicht:

»Wenn ein Organismus (Population oder Art) im Wettlauf [der Anpassungen] zurückbleibt, ist er vom Aussterben bedroht.« (Mayr 1984:545)

Was bedeutet hier Organismus? Ist der individuelle Organismus im Rahmen der Theorie allein Repräsentant der Population und/oder der Art? Wenn evolutionsbiologische und ökologische Aussagen über die Bedeutung des Organismus gemacht werden, dann geht es meist um ein Exemplar einer Klasse von Individuen, die ein gemeinsames Merkmalssyndrom aufweisen. Damit wird die Zuordnung problematisch: Einerseits ist ein Organismus ein bestimmtes empirisch faßbares Lebewesen. Dieser individuelle Organismus muß andererseits für fast jede biologische Betrachtung oberhalb der Populationsebene stellvertretend die gesamte Klasse von Individuen einer Art repräsentieren, sonst wären alle Lebewesen umstandslos verschieden und diese Verschiedenheit nicht mehr strukturierbar. Unabhängig von der Problematik des Biospezieskonzepts ist dies wohl unstrittig (vgl. Weingarten 1993). In der Ökologie besteht dieselbe Unklarheit, was der organismenzentrierte Ansatz (MacMahon *et al.* 1978) genau bezeichnet: tatsächlich das *Individuum* in seiner Unterschiedlichkeit gegenüber allen anderen Individuen der Population (Harper 1967) oder das Individuum als *Repräsentant* (s)einer Art mit deren spezifischen ökologischen Kollektiv-Eigenschaften? Die Ambivalenz läßt sich zumindest teilweise auf unterschiedliche methodische Zugänge zurückführen: In einer Studie des individuellen Fortpflanzungserfolgs, also in mikroevolutionärer verhaltensökologischer Perspektive geht es tatsächlich um konkurrierende Individuen innerhalb einer Fortpflanzungsgemeinschaft. Für Fragestellungen des Wandels von Bauplänen, also Makroevolution

transspezifischer Taxa, ebenso wie für praktisch alle ökologischen Fragstellungen ist der Organismus aber nur als Repräsentant einer Klasse relevant. Trotz dieser Ambivalenz kommt die Biologie – weder Evolutionsbiologie noch Ökologie – ohne einen Organismusbegriff im obengenannten Sinne nicht aus. Daraus ergeben sich Konsequenzen sowohl für den Naturschutz als auch für die Ethik.

11.2 Konsequenzen für den Naturschutz

Ein organismenorientierter Ansatz für den Naturschutz ist auf zwei Ebenen zu berücksichtigen, der operationalen und der Begründungsebene.

Operationale Ebene

Evolutionsbiologische Aspekte sind für den Naturschutz aus den in Kap. 10 genannten Gründen in praktischer Hinsicht vorwiegend Populationsökologie und Populationsgenetik, insofern individuelle Organismen in Populationen die Akteure der Evolution sind. Aus der Einbeziehung der Evolutionstheorie in die Ökologie und aus den daher organismenorientierten evolutionsbiologischen Ansätzen für den Naturschutz folgt die Wiederentdeckung und Stärkung des *Artenschutzes*, weil nur dieser die relevanten Einheiten im Blick behält. Damit sind Vorteile und gleichzeitig seit längerem ungelöste Probleme verbunden:

- 1 Die meisten Organismen sind als konkrete Erscheinungen lebensweltlich leichter faßbar als – zudem oft unpräzise bestimmte – Ökosystemfunktionen oder Prozesse. In der Naturschutzpraxis geht es fast immer um konkrete und einzigartige Einheiten. Dabei sind Organismenarten sowohl Repräsentanten der spezifischen Artenkombination als auch Strukturkonstituenten der übergeordneten Einheiten. Organismenarten sind aufgrund ihrer kontingenten historischen Genese in stammesgeschichtlicher Perspektive prinzipiell unersetzbar.
- 2 Allerdings bleibt der Theoriestatus von Lebensgemeinschaften und Ökosystemen im Rahmen der organismisch orientierten Evolutionsbiologie umstritten, was für evolutionäre Konzepte im Naturschutz nicht gerade hilfreich ist. Erneut sei betont: dies bedeutet nicht, daß die Wechselwirkungen in Lebensgemeinschaften und Ökosystemen unbedeutend im evo-

lutiven Kontext der Individuen wären, letztlich müssen jedoch stets Organismen in Populationen (als Repräsentanten bestimmter Arten) als Akteure des ökologischen Geschehens im Blick bleiben.

- 3 »Naturschutz aus der Käferperspektive«: Die Perspektiven des Naturschutzes, der Arten erhalten will, müssen sich auf die Dimensionen der zu schützenden Einheiten beziehen. Konkret bedeutet dies, daß Landschaften nicht nur aus der raumzeitlichen Perspektive des Menschen, sondern der jeweiligen Organismen zu betrachten sind. Diese Skalierungsaspekte sind insbesondere für die Praktikabilität des Naturschutzes unumgänglich (vgl. Wiens 1995, Jax *et al.* 1996).

Die bislang genannten Punkte setzen voraus, daß alle Arten nicht zuletzt als Verkörperungen des Evolutionsprozesses (»geronnene Phylogenie«) erhalten werden sollen. Organismenorientierung bedeutet insofern Orientierung an Organismen als Repräsentanten von Arten. Aber auch übergreifende Konzepte wie Biodiversität und Prozeßschutz sollten an Organismen als Komponenten/Träger rückgebunden werden, selbst wenn der Organismus nicht als Repräsentant einer bestimmten Art gefragt ist, sondern allein in (s)einer spezifischen Leistung, die im Prinzip von Organismen anderer Arten übernommen werden könnte.

- 4 Prozeß- und funktionsorientierte Ansätze im Naturschutz befassen sich mit *bestimmten* Arten nur, wenn sie Schlüsselfunktionen einnehmen. Die Einbindung der Organismen ins ökologische System erfolgt in dieser Hinsicht anhand bestimmter Leistungen und nicht im Blick auf weitere Veränderungen. Somit wären rein funktionsorientierte Naturschutzkonzepte tatsächlich *im Prinzip* kontraproduktiv für den Artenschutz (Jax 1996). Aus organismenorientierter Perspektive liegt der Verdacht nahe, daß die Konzeption von meist redundant besetzten »Funktionsträgern« in Lebensgemeinschaften und Ökosystemen bestimmte Interaktionen systematisch vernachlässigt. Demnach besteht Skepsis gegenüber der Möglichkeit eines Ökosystemschutzes, der von lokalspezifischen Artenkonnexen abstrahiert, sowie gegenüber einer Prozeßschutzorientierung, die Artenschutz dezidiert als unerheblich ansieht.
- 5 Bei der Rede von ökologischen Funktionen oder evolutiven Konnexen ist problematisch, von der Unersetzbarkeit von Arten zu sprechen, solange nicht angegeben werden kann, worin genau die Unersetzbarkeit besteht. Bezüglich allgemeiner Funktionen des Stoff- und Energieumsatzes dürfte

in den seltensten Fällen von Unersetzbarkeit durch andere Taxa gesprochen werden können. Ebenso fraglich aber ist, ob solche Ansätze die faktische Unersetzbarkeit in anderen, nicht betrachteten Interaktionen oder Funktionen ausschließen. Erneut sei auf die dringend zu klärende Frage verwiesen, was genau »ökologische Funktionen« sind, wofür oder für wen sie existieren (sollen).

Begründungsebene

Die Festlegungen auf Ebene der Gegenstandsbeschreibung haben normative Implikationen: Ist die Existenz bestimmter Einheiten umstritten, können sie nicht selbst Schutzgut (Objekt von Moral) sein. Besitzen Objekte bestimmte Eigenschaften, muß jede Schutzkonzeption und Normenbildung in bezug auf diese Objekte eben diese Eigenschaften berücksichtigen (siehe Worster 1990, Callicott 1996 zu den Schwierigkeiten mit »dekonstruierten« Ökosystembegriffen).

Wenn Organismen als Repräsentanten und Interaktoren genealogischer Einheiten zentral für die Evolution sind, dann geraten sie in den Blick des Naturschutzes. Ein organismenorientierter Ansatz in der Biologie legt es nahe, daß – unter der Bedingung, daß die Natur überhaupt geschützt werden soll – Artenschutz sinnvoll und sogar geboten ist. Dies gilt für Organismen als Repräsentanten von Arten. Organismen als Individuen geraten allein als Naturdenkmale in den Blick. Weder im Arten- noch im Ökosystem- oder Prozeßschutz spielen sie eine Rolle, es sei denn, daß ein bestimmtes Individuum als Paarungspartner, Habitat oder Wirt anderer Lebewesen zur Erhaltung einer lokalen Population unmittelbar benötigt wird. Auch die seit langem kontrovers diskutierte Trennung von Tierschutz und Artenschutz beruht auf einem solchen sachbezogenen vormoralischen Aspekt: Organismen sind allein als Individuen im Tierschutz relevant, während im Naturschutz die Repräsentationsrolle für Arten oder Funktionsträger im Naturschutz zählt. Noch vor jeder *moralischen* Begründung bringt die Tatsache, daß in Populationen die Individuen als Individuen wenig bedeutsam sind, bestimmte Argumente in den Vordergrund, andere erscheinen wenig adäquat. Insofern ist diese Trennung zutreffend und mit der genannten Einschränkung von »Naturdenkmälern« von der Sache her auch geboten: Tierschutz kann nicht mit ökologischen Argumenten, Naturschutz nicht mit Tierschutzargumenten begründet werden – was nicht impliziert, daß diese sich ausschließen oder in der Praxis nicht vermittelbar wären.

Auch die Eigenschaftszuschreibungen empirischer oder ontologischer Existenz sind dem vormoralischen Bereich zuzuordnen. Die Tatsache der herausgehobenen Bedeutung von Organismen in ökologischen und evolutiven Kontexten besagt zunächst nichts über deren Schutzwürdigkeit. Wer Arten schützt, tut dies nicht mit der Begründung, daß es sich um Organismen handelt. Wer Prozesse schützt, begründet dies mit der Zweckmäßigkeit für den Menschen oder zur Aufrechterhaltung bestimmter Systeme aus anderen Gründen (Kap. 9.1). Doch immer wieder steht die Frage nach darüber hinaus möglicherweise bestehenden Eigenwerten der Natur, der Lebewesen oder sogar von Prozessen in der Aufmerksamkeit der Naturethik (vgl. Hampicke 1993, Krebs 1997).

11.3 Hans Jonas' metaphysisches Organismuskonzept: methodische Probleme und ethische Implikationen

In der Naturethik sind verschiedene Versuche gemacht worden, die normative Relevanz der Natur oder einzelner Naturobjekte unabhängig von unmittelbaren Zwecken für Menschen zu begründen. Dies geschieht in Form der Zuweisung eines Selbstwertes («Wert an sich«, intrinsischer Wert), der völlig unabhängig von Menschen ist, oder eines vom Menschen attribuierten Eigenwerts (nicht-instrumenteller inhärenter Wert). Grundsätzlich kann sich jeder ethische Begründungsversuch dabei auf vier mögliche Instanzen berufen: eine Gottheit, die Natur, die menschliche Intuition oder die Ratio.

Im folgenden wird ein naturphilosophischer metaphysischer Begründungsversuch vorgestellt, der unter Bezug auf biologisches Wissen eine normative Aufwertung aller Organismen vornimmt. Anhand von Hans Jonas' metaphysischer Interpretation des Organismusbegriffes und der Evolution können die Möglichkeiten und Begrenzungen solcher Überlegungen erläutert werden. Hans Jonas ist dabei nicht nur Fallbeispiel, denn er ist einer der meistrezipierten zeitgenössischen Umweltethiker, wobei er unkritische Zustimmung ebenso wie empörte Kritik geerntet hat. Der Grund für die Heftigkeit der Reaktionen liegt nicht allein in seinen Thesen zu Ethik und Natur, sondern in seinem Versuch, bewußt die Brücke zwischen Sein und Sollen durch biologisch informierte Naturmetaphysik und -ethik zu überschreiten.

Über die biologische Bedeutung hinaus erhält der Organismusbegriff einen normativen Aspekt, der nach Jonas nur zu gewinnen ist, wenn die Spaltung

zwischen wertfreier Beschreibung (hier: Naturwissenschaft) und Handlungsanweisung (Ethik) aufgehoben werden kann. Dann wird es möglich, einen moralischen Auftrag aus der Beschäftigung mit der Biologie zu gewinnen. Dazu muß allerdings Metaphysik – hier Naturmetaphysik – betrieben werden, was innerhalb der Domäne reiner Naturwissenschaft ein unzulässiges Bemühen darstellt.

Jonas' Argumentation verläuft in mehreren Schritten: Zunächst begründet er, daß bei Fragen des Naturverständnisses ein metaphysischer Standpunkt zumindest als Ausgangsposition unvermeidbar ist. Die Naturwissenschaft habe sich demjenigen William von Ockhams verschrieben: In der wissenschaftlichen Betrachtung der Natur seien Metaphysik, also auch Reflexion auf Sinn und Zwecke der Natur nicht nur als verzichtbar, sondern störend zu bezeichnen (vgl. Jonas 1973:52-55, 1984:92-95). Der zweite Schritt besteht darin, den Übergang von unbelebten zu belebten Einheiten in der Natur als qualitativen Schritt der Entwicklung der Welt zu interpretieren, als

»Geschichte der Freiheit, die mit dem organischen Dasein als solchem begann und sich in der uranfänglichen Ruhelosigkeit stoffwechselnder Substanz zuerst bekundete. Die fortschreitende Ausbildung jener beiden Vermögen [Wahrnehmung und Bewegung; T.P.] in der Evolution bedeutet zunehmende Erschließung der Welt und zunehmende Individuierung des Selbst. Offenheit zur Welt hin ist eine Grundbedingung des Lebens überhaupt.« (Jonas 1973:153). »Freiheit« muß einen objektiv unterscheidbaren Seinsmodus bezeichnen, d.h. eine Art zu existieren, die dem Organischen per se zukommt und insofern von allen Mitgliedern, aber keinem Nichtmitglied, der Klasse ›Organismus‹ geteilt wird: ein ontologisch beschreibender Begriff, der zunächst sogar auf bloß körperliche Tatbestände bezogen sein kann.« (ebd.: 14)

Mit dem lebenden Organismus ist die Möglichkeit von Handlungsfreiheit gegeben, und in der Evolution entfaltet sich diese weiter:

»Letzten Endes ist es die Tatsache der Individuation, die den Streitfall zwischen Tier und Pflanze entscheidet. Die ursprüngliche Verfassung des Organismus, selbst auf der Stufe der Einzeller, bekundet Individualität als ein Wagnis der Freiheit, mit der eine Form ihre Identität durch die Veränderung ihres Stoffes durchhält.« (ebd.:162)

Die beiden entscheidenden Charakteristika des Organismus – funktionelle und strukturelle Aufrechterhaltung und Reproduktionsfähigkeit – interpretiert Jonas als »fundamentale Selbstbesorgtheit allen Lebens, in welcher Notwendigkeit und Wille zusammengebunden sind« (ebd.:185). Im Lebewesen als Organismus ist die Freiheit angelegt, im tierlichen Organismus bereits weit fortgeschritten. Die Zunahme von Freiheit ist eine Tendenz in der Evolution, die

Organismen voraussetzt. Freiheit ist dabei nicht die Unabhängigkeit von anderen Lebewesen, sondern die Erweiterung individueller Verhaltensmöglichkeiten, die oft gerade mit der Bindung an spezielle Umwelten erkaufte wird. Mit »Bewegungsfähigkeit, Wahrnehmung, Gefühl« (ebd.:153) benennt Jonas zudem Kriterien für die abgestufte Freiheit innerhalb der Lebewesen.

Organismen sind dabei als um sich selbst besorgte Individuen – und nicht als Repräsentanten von Arten – für Jonas auch moralisch im Sinne zu respektierender Freiheit relevant. Die organismische Freiheit ist Vorbedingung dessen, was der Mensch als wahrnehmende und sittliche Freiheit entwickeln kann. Tiere stellen dabei nicht nur eine Zwischenstufe dar, sondern sie repräsentieren für sich bereits eine Selbstzweckhaftigkeit, die über bloßes Überleben weit hinausweist:

»(D)er Maßstab des Überlebens selbst ist für die Bewertung von Leben unzureichend. Wenn es nur auf Sicherung der Dauer ankäme, hätte Leben gar nicht erst beginnen sollen. [...] Das will heißen, daß solche »Mittel« des Überlebens wie Wahrnehmung und Gefühl nie nur als Mittel zu beurteilen sind, sondern auch als Qualitäten des zu erhaltenden Lebens selbst und deshalb als Aspekte des Zwecks der Erhaltung. Es ist eines der Paradoxe des Lebens, daß es Mittel benutzt, die den Zweck modifizieren und selbst Teile desselben werden.« (ebd.:163)

Im Laufe der Evolution sind also Bewegungsfähigkeit, Wahrnehmung und Gefühl – letztlich also »Geist« – zu einem Zweck des Lebens geworden, und die Organismen sind Träger dieser neuen Zwecke. Jonas legt also eine Entwicklungsgeschichte des Geistes in der Evolution zugrunde:

»Die Philosophie des Geistes schließt die Ethik ein – und durch die Kontinuität des Geistes mit dem Organismus und des Organismus mit der Natur wird die Ethik ein Teil der Philosophie der Natur.« (ebd.:340) »Ontologie als Grundlage der Ethik war der ursprüngliche Standpunkt der Philosophie. Die Scheidung von beiden, welche die Scheidung des »objektiven« und des »subjektiven« Reichs ist, ist das moderne Schicksal. Ihre Wiedervereinigung kann, wenn überhaupt, nur von der »objektiven« Seite her bewerkstelligt werden; das heißt: durch eine Revision der Idee der Natur.« (ebd.:341)

Offen spricht Jonas damit aus, was im Kontext der Umweltethik meist wenig reflektiert wird: das neue Naturverständnis als *metaphysische* Fundierung des Moralprinzips (siehe Kap. 4 und 7):

»(E)ine Ethik, die sich nicht mehr auf göttliche Autorität gründet, (muß) durch ein in der Natur der Dinge entdeckbares Prinzip begründet werden.« (ebd.:341)

Ein solches Prinzip zu finden, setzt eine in jedem Fall strittige ontologische Neuorientierung voraus. Seine eigenen metaphysischen Annahmen leitet Jo-

nas aber gerade nicht aus naturwissenschaftlichen, sondern aus natur-ontologischen Positionen ab. Dies unterscheidet ihn von etlichen Autoren der nord-amerikanischen Naturphilosophie, die ihre (metaphysischen) Naturkonzepte direkt aus naturwissenschaftlichem Wissen ableiten wollen (vgl. Leopold 1970, Callicott 1994, Bueges 1997). Bei Jonas wird »Objektivität« aus der Naturmetaphysik gewonnen, während jene in den neuzeitlichen Naturwissenschaften dagegen allein in Abwesenheit von Metaphysik zu gewinnen ist.

Jonas selbst nimmt eine Selbstvergewisserung des Menschen durch die Natur vor, indem er Elemente menschlicher Eigenschaften, bzw. den 'Geist', als bereits in allen Lebenwesen angelegt darstellt (siehe Kap. 12). In diesem Sinne bietet Jonas keine Biologisierung der Moral, sondern eine Moralisierung der Natur in ihrem stammesgeschichtlichen Fortschritt auf den moralfähigen, weil freien Menschen hin. Auch wenn Jonas damit scheitert, eine Letztbegründung der Ethik aus der Natur abzuleiten, so weist er richtigerweise auf ein fundamentales Problem hin und geht selbst konsequent damit um. Angewandt auf das Thema dieser Untersuchung: Man kann eben nicht »nur schützen, was man (naturwissenschaftlich) kennt« – so das klassische Motto des wissenschaftlichen Naturschutzes. Vielmehr beruhen Aussagen über die zu schützende Natur auf einer Idee darüber, was diese Natur *dem Menschen* sagt, welchen Zweck und welchen Sinn sie verkörpert. Insofern stimme ich mit Jonas überein, daß keine Naturethik ohne ontologische Aussagen auskommen kann. Die Aufgabe besteht dann – vielleicht gegen Jonas – darin, den unterschiedlichen Ort von naturwissenschaftlichen und ontologischen Argumenten genauer anzugeben – nicht im Sinne einer Ausschließung, sondern als Differenz verschiedener Sphären. Unter Berücksichtigung dieser Unterscheidung wird den (nicht nur von Hans Jonas) aufgeworfenen Fragen des Zwecks, der Richtung und des Wertes von evolutiven Prozessen im nächsten Kapitel weiter nachgegangen.

Fazit des Kap. 11:

- Der Organismus ist die fundamentale Einheit der Biologie. Er ist weder auf Gene noch auf ökologische Systemeigenschaften oder -funktionen reduzierbar.
- Wenn im Naturschutz Arten erhalten werden sollen, ist ein organismischer Zugang unerläßlich.

- Arten repräsentieren »geronnene Geschichte« der Evolution, und insofern ist die Sicherung der Evolution durch Erhaltung der Mannigfaltigkeit aller Arten zu gewährleisten.

Im Gegensatz zur Rolle des Organismus als *Repräsentant* einer Art/Population eigenschaftsgleicher Individuen, ist der Organismus in der Ethik zumeist als *Individuum* relevant; zwischen den beiden Bedeutungen muß stets unterschieden werden.

Wenn Organismen Selbstwerte zugesprochen werden, so liegt dem zumeist eine evolutionsbezogene ontologisierende Argumentation zugrunde: zum einen als affirmierte genealogische Kontinuität aller Lebewesen, zum anderen bezogen auf Eigenschaften, die beim Menschen moralisch relevant sind und bei (bestimmten) Tieren auch oder zumindest partiell vorliegen.

12 Evolution als normative Idee in der Naturethik: analytisch-dualistische versus utopisch- dialektische Naturmetaphysik

Anknüpfend an die in Kap. 6 und 7 dargestellten Verknüpfungen von Evolution und Ethik sollen nun diese unterschiedlichen Ansätze zur normativen Bestimmung des Evolutionsbegriffs in einem systematischen Kontext diskutiert werden. Die am weitesten reichende Forderung besteht darin, die Erhaltung der Produkte sowie die Sicherung weiterer Prozesse der Evolution in den Rang einer naturethischen Norm zu erheben. Eine solche Norm kann im Rahmen einer Wertlehre (Axiologie; siehe Tab. 10) mit intrinsischen oder inhärenten Werten begründet werden. Solche Werte beruhen beispielsweise in Hans Jonas' metaphysischem Konzept des Organismus auf einer Idee der Evolution als Entfaltung von Freiheit und Moral (siehe Kap. 11). Eine andere Möglichkeit besteht darin, nur *bestimmten* Prozesseigenschaften oder Phänomenen der Evolution eine normative Bedeutung zuzuschreiben. Trotz der im einzelnen unterschiedlichen Ethik- und Naturverständnisse geht es stets um eine moralisch-affirmative Aneignung der Evolution. »Moralische Affirmation« bedeutet hier, im Rahmen der Beschreibung des Evolutionsprozesses die Natur so, wie sie evolutiv geworden ist, auch als »gut« oder ein »Gut« im moralischen Sinne anzuerkennen. Solche Überlegungen weisen über die naturwissenschaftliche Domäne hinaus, verlassen sie aber nicht immer explizit. Die drei bei der normativen Aufwertung maßgeblichen Aspekte werden in diesem Kapitel erörtert: Evolutionsprozeß und (sein) Telos (Kap. 12.1), Potentialität und Fehlerfreundlichkeit evolutionärer Prozesse (Kap. 12.2), Evolutionsprozesse und die Rolle von Menschen (Kap. 12.3). Dabei differieren die Kriterien und Argumente, warum Evolutionsprozesse »gut« sein sollen. Aus den Interpretationen der Evolution rekonstruiere ich abschließend zwei übergeordnete Alternativen im naturphilosophischen und naturethischen Entwurf der Evolution mit ihrer jeweils spezifischen Bestimmung des Verhältnisses von Naturwissenschaft und Naturmetaphysik.

12.1 Evolution und Teleologie: Abschaffung, Wiedereinführung und moralische Suggestivität eines Telos in der Natur

»Die Teleologie ist für den Biologen wie eine Mätresse: er kann nicht ohne sie leben, aber er will auch nicht mit ihr in der Öffentlichkeit gesehen werden.« (J.B.S. Haldane zitiert nach Mayr 1991:85)

Unter den Evolutionstheoretikern hat vor allem Ernst Mayr (1984, 1991) immer wieder betont, daß die entscheidende Leistung der Darwinschen Evolutionstheorie darin bestand, mit Hilfe der Konzepte von »erblicher Variation« und »natürlicher Selektion« eine nichtteleologische kausalmechanische Erklärung der Stammesgeschichte, der Angepaßtheit von Organismen und der zugrundeliegenden Prozesse geliefert zu haben. Die Zurückweisung der Teleologie bezog sich darauf, daß nunmehr weder für die funktionelle Organisation der Organismen noch für ihre Ontogenese oder den Verlauf der Stammesgeschichte ein Endzweck, eine Endursache (»causa finalis« bei Aristoteles 1987:51f.) angenommen werden mußte. Funktionale Organisation konnte mittels der natürlichen Selektion erklärt werden, und zur Erklärung der zielgerichteten Individualentwicklung prägte Pittendrigh (1958) den Terminus »Teleonomie«. Teleonomische Prozesse sind nach Mayr (1991) solche, die durch ein codiertes (genetisches) Programm verursacht und kontrolliert sind. In diesem kausalmechanistischen Konzept von Funktionen sind lebende Systeme zweckgerichtet, nicht aber teleologisch im Sinne der Verwirklichung einer Endursache, eines letzten Zwecks. Der Prozess der Stammesgeschichte ist dagegen weder teleologisch noch teleonomisch. Er folgt keiner Richtung oder Bestimmung, da die Mutationen ungerichtet entstehen und die jeweiligen internen und externen Umgebungsbedingungen der natürlichen Selektion kontingent sind. Die Diskussion um einen *Fortschritt* in der Evolution überschneidet sich mit derjenigen der Teleologie: Kann von einer Zunahme organischer und ökologischer Komplexität gesprochen werden und, wenn ja, entstand sie kontingent oder notwendig (vgl. Huxley 1942:556-587)? Die Antwort der Synthetischen Theorie lautet: »Evolution, with whatever general trends it may have entailed, was a by-product of the maintenance of adaptation« (Williams 1966:54; vgl. Kauffman 1993:29f.). Kontingenz in der Evolution bedeutet, daß bestimmte Arten und Monophyla weder mit Notwendigkeit noch völlig zufällig entstanden sind, sondern in je spezifischen Situatio-

nen sich entwickeln konnten, sofern ihre organismische Organisation insgesamt »angepaßt« war. Evolution als Prozeß der Stammesgeschichte hat also weder teleologische noch teleonomische Ziele oder Zwecke und in keinem Falle einen »Sinn« innerhalb der Theoriesprache der Evolutionsbiologie.

Von Evolutionsbiologen wie Mayr obsolet erachtet wird ein teleologisch-monotheistisches Naturverständnis des Abendlandes, das auch der Naturgeschichte seit der Epoche der Klassik zugrundelag. Dieses bot zu seiner Zeit – »vor Darwin« – nicht allein eine (kausale) Erklärung, sondern ein *Verständnis des Sinns*, warum genau diejenigen Arten von Lebewesen existierten, die in der Welt vorfindlich waren. Gott hatte sie nach seinem Plan erschaffen und ihren Platz bestimmt. In der Terminologie der Leibnizschen Philosophie ausgedrückt: Jede Art repräsentiert eine spezifische Einheit, die das in ihr Angelegte verwirklicht hat, und sie ist Teil des geschlossenen Weltsystems mit »prästablierter Harmonie« (Leibniz 1968[1714]:41). In einer solchen Vorstellungswelt erscheint es unzweifelhaft, daß die gesamte Welt zweckmäßig angelegt und somit auch die Ordnung in der Natur einem Zweck unterworfen ist. Prozesse (Ontogenese) und Produkte (Organismen als Repräsentanten unveränderlicher Arten) des Lebendigen waren zielgerichtet bestimmt *und daher* zweckmäßig und sinnvoll zugleich. Das Programm der Darwinschen Evolutionstheorie löste die naturgeschichtlichen Grundlagen dieses Naturentwurfs auf:

- *Fragen nach dem Sinn werden obsolet*: Gott als Schöpfer und ursprünglicher Telosgeber – Gott selbst galt aber *nicht* als Telos (Spaemann & Löw 1985) – verliert seinen Platz in einer sich auf die Naturwissenschaft beruhenden Naturkonzeption. Die Suche nach dem Sinn wird in die – aus Perspektive der Naturwissenschaft ohnehin obsolete oder rein private – Metaphysik abgeschoben. Fragen nach Ziel, Zweck oder Sinn der Evolution sind für die Biologie sinnlos, sofern das naturwissenschaftliche Erkenntnisideal ernstgenommen wird; sie sind nicht nur nicht beantwortbar, sondern dürfen in diesem Kontext gar nicht gestellt werden.
- *Arten verlieren ihren unverrückbaren Platz in der Ordnung der Natur*: Spezies werden als veränderlich erkannt und verlieren ihre teleologische Sinn- und Existenzerklärung; sie können keinen festen Platz in einer »scala naturae« einnehmen.
- *Zweckmäßigkeit als kausalmechanisch erklärte Fitnessoptimierung*: Zweckmäßigkeit gehörte vormals zum Telos; nun aber kann sie kausalme-

chanisch *erklärt* und muß nicht mehr als teleologisch verstanden werden. Zweckmäßigkeit wird zum notwendigen Effekt der Selektion in einem historisch-kontingenten mechanischen Evolutionsprozeß. Die Evolution hat in der modernen Evolutionstheorie kein Ziel oder Telos, wohl aber sind die Organismen zweckvoll eingerichtet. Ihr Zweck (»um ... zu«) ist auf differentiellen Fortpflanzungserfolg innerhalb der Population, also auf Reproduktion und Verbreitung der Erbsubstanz gerichtet (Dawkins 1990, Mayr 1991). Gerade Dawkins wird allerdings der Vorwurf gemacht, mit der Idee des »egoistischen Gens« wieder die Teleologie in die Biologie eingeführt zu haben. Im Hinblick auf die von Dawkins verwendete Sprache trifft dieses Urteil zu (siehe Kritik an der Soziobiologie in Kap. 3.2 und 7.5 sowie 12.3).

- *Kontingenz statt Notwendigkeit bei der Formenentstehung*: Seit dem Ende der Naturgeschichte im 18. Jahrhundert sind Fragen nach der Notwendigkeit des Entstehens genau derjenigen Lebensformen, die es gibt, oder der zukünftigen Richtung des Formenwandels obsolet. Es ist nicht beantwortbar, warum genau dieses Taxon und nicht ein denkbare anderes entstand oder warum genau diese Formen von Anpassung für eine Funktion existieren. Erlaubt und gefordert sind allein Fragen nach dem *wie* der Entstehung unter Berücksichtigung der »Naturgesetze« und der kontingenten – Entwicklungszwänge der Konstruktion (vgl. Gould 1977, Gutmann 1996), denn bei der Evolution handelt es sich um die Realisierung von im Voraus nicht festgelegten funktionalen und adaptiven Möglichkeiten der Diversifizierung.

Ein Schöpfergott oder jede andere Institution, die einen »Plan« für die Natur hat und ihr einen Sinn gibt, hat in der Biologie keinen Platz mehr. Insofern ist die Teleologie des Evolutionsprozesses tatsächlich endgültig überwunden. Wenn man Teleologie als ein endzweckgerichtetes »um ... zu « versteht und Sinn an reflektierende intentionale Menschen oder einen Schöpfergott knüpft, dann macht es *per definitionem* keinen Sinn, in der nicht-menschlichen Natur nach Teleologie zu suchen. Spaemann & Löw (1985) haben behauptet, daß das Problem der Teleologie nicht aus der Welt geschafft sei, weil die Frage nach einem Sinn der Evolution weiter bestehe. Die Biologie kann aber, recht verstanden, überhaupt keine Aussage über die Teleologie treffen, da weder deren Bestätigung noch Widerlegung Aufgaben der Biologie sein können (zur Geschichte der Teleologie des Lebendigen in der Biologie vgl. Engels 1982).

Doch auch nach ihrer programmatischen »Abschaffung« finden sich heute alte Spuren und neue Formen der Teleologie im evolutionsbiologischen Denken. Mir geht es im folgenden darum, solche teleologischen Denkfiguren innerhalb der biologisch informierten Perspektive der Evolution zu analysieren, weil sie im Kontext der Naturethik große Wirksamkeit entfaltet haben.

Vielfalt als Zweck und Evolution als Selbstzweck im Biodiversitätsbegriff

Im Rahmen wissenschaftlicher Naturschutzerörterungen enthält der Begriff der Biodiversität teleologische Anklänge (siehe Kap. 6). Nicht die kontingent entstandenen und je besonderen *bestimmten Formen* als Resultat der Evolution stehen im Vordergrund, sondern Vielfalt *an sich*, als verwirklichtes Grundprinzip der Natur. Vielfalt kann teleologisch (miß)verstanden werden, insofern die »Eigenschaft lebender Systeme sich voneinander zu unterscheiden« (Solbrig 1994:9) als Endzweck natürlicher Prozesse erscheint. Das Motiv der Unterschiedlichkeit nimmt ein Motiv der Klassischen Naturgeschichte auf:

»Es muß sogar jede einzelne Monade von jeder anderen verschieden sein. Denn es gibt niemals in der Natur zwei Wesen, die einander vollkommen gleichen und bei denen sich nicht ein innerer oder ein auf eine innere Bestimmtheit gegründeter Unterschied entdecken ließe.« (Leibniz 1982 [1714f.]:29)

Die Frage von Hutchinson (1959), warum es so viele Arten von Lebewesen gibt, findet im Begriff der Biodiversität eine metaphysisch anmutende Antwort, die auf das »Wesen« der Natur rekurriert. Vielfalt als Prinzip der belebten Natur bringt notwendigerweise einen Evolutionsverlauf hervor, der ihrem Telos entspricht – Erzeugung von Vielfalt.

In einer anderen Lesart ist Vielfalt ein Produkt dessen, was das »Wesen« der belebten Natur ausmacht – nämlich das Evolvieren selbst. Evolution als Hervorbringerin von Vielfalt oder Vielfalt als Bedingung für weitere Evolution erscheinen allerdings als zwei Aspekte derselben Sache – einer teleologisch gedachten Natur. Ich bezeichne diese Denkfigur aus zwei Gründen als teleologisch: Zum einen wird das Evolvieren »um seiner selbst willen« metaphysisch aufgeladen, zum zweiten kann gemäß der biologischen Evolutionstheorie Vielfalt gerade nicht mit Notwendigkeit entstehen, sondern bildet sich als Epiphänomen von Variation und Selektion als kontingentes Phänomen aus. Wichtig ist an dieser Stelle der Unterschied von Variabilität und Mannigfaltigkeit in der Biologie: Die Mannigfaltigkeit der Baupläne, Arten und ökologischen Systeme läßt sich gerade nicht aus dem *Prinzip* der individuellen

Variabilität innerhalb von Populationen mit Notwendigkeit folgern und erklären. Insofern ist Mannigfaltigkeit (»Vielfalt«, »Diversität«) kein Prinzip der Natur, sondern ein biologisches Epiphänomen.

Eine Zerstörung der bestehenden biologischen Mannigfaltigkeit bedeutet in der teleologischen Lesart auch die Gefährdung dieses Endzwecks der Lebensprozesse. Im Kontext mancher Naturethiken wird der Begriff der Evolution offensichtlich teleologisch, wenn die menschliche Dezimierung der Vielfalt als »widernatürlich« gekennzeichnet wird – wider den scheinbaren Zweck der Natur, Vielfalt durch Evolution, Evolution aufgrund von Vielfalt hervorzubringen. Der Zweckbegriff bedarf im biologischen Kontext einer Erläuterung. Die Problematik des mehrdeutigen Redens von Zweckmäßigkeit und Endursache formulierte Kant in der »Kritik der Urteilskraft«:

»Ein Ding, seiner inneren Form halber, als Naturzweck beurteilen, ist ganz etwas anderes, als die Existenz dieses Dinges für Zweck der Natur halten. Zu der letzteren Behauptung bedürfen wir nicht bloß den Begriff von einem möglichen Zwecke, sondern die Erkenntnis des Endzwecks (scopus) der Natur, welches einer Beziehung derselben auf etwas Übersinnliches bedarf, die alle unsere teleologische Naturerkenntnis weit übersteigt; denn der Zweck der Existenz der Natur selbst muß über die Natur hinaus gesucht werden.« (Kant 1996 [1790]:346f.; § 67)

Von der Betrachtung biologischer Vielfalt als biologischem Phänomen über die Analysen der Mannigfaltigkeit in der Erdgeschichte zum Postulat eines Naturprinzips »Evolution verläuft in Richtung Vielfalt« vollzieht sich meist unbemerkt der Schritt zur Metaphysik. Im Rahmen solcher Ontologisierungen wird nachvollziehbar, warum manche Autoren Biologische Vielfalt und Evolution *per se* als ein moralisches Gut (Callicott 1994) oder als Selbstwert (Primack 1995:24) bezeichnen. Diese Ontologisierung ist aus wissenschaftsethischer Perspektive jedoch als Grenzüberschreitung auszuweisen. Kritikbedürftig sind vor allem Aussagen, die eine vermeintliche Autorität der Naturwissenschaft in Anspruch nehmen, wo es um naturmetaphysische und naturethische Erwägungen geht, denn aus naturwissenschaftlichen Prinzipien der Evolution *allein* läßt sich überhaupt nichts lernen und somit auch keine Handlungsanweisung ableiten.

Evolutive Prozesse umfassen die Erhaltung, die Diversifikation ebenso wie das mögliche Aussterben in Populationen von Lebewesen einschließlich des Menschen. Im Kontext anthropozentrischer Ethik erfahren die *Produkte* der Evolution eine instrumentelle Wertschätzung, weil sie im Rahmen vielfältiger Wechselbeziehungen auch das menschliche Leben aufrechterhalten. Die zu-

grundlegenden Prozesse der Evolution sind dabei indirekt zur Erhaltung der Lebewesen und ökologischen Systeme von Bedeutung. Moralisch relevant ist das (Über)Leben von Menschen in ihrem Naturzusammenhang, Arten und Prozesse sind Mittel zu diesem Zweck. Im Rahmen der Anthropozentrik kann Arten und Prozessen ein darüberhinausgehender Eigenwert (Frankel 1970) – nicht aber ein Selbstwert – zugeschrieben werden: Da die Evolutionsprozesse in der Natur die Entstehung des Menschen allererst ermöglicht haben, werden sie über ihre aktuelle Funktion hinaus »moralisch-affirmativ« wertgeschätzt. Teleologie spielt dabei nur dann eine Rolle, wenn Evolution als Prozeß auf den Menschen hin interpretiert wird (siehe Kap. 12.3).

Wenn in physiozentrischen Ansätzen die »natürlichen« Evolutionsprozesse *gegen* Zwecke des Menschen gestellt werden, so erhält nichtanthropogene Evolution teleologische Weihen. Nun wird dieses Evolvieren als (End)Zweck angesehen, den es gegen menschliche Interventionen aufrechtzuerhalten gilt.

Evolution kann aus teleologischer Perspektive mißlingen oder verhindert werden, doch dabei handelt es nicht um »Evolution« in einem naturwissenschaftlich faßbaren Sinn. Faktisch findet immer »Evolution« statt, während offensichtlich die Teleologisierung auf moralisch zu bevorzugende Modi zielt. Weil in der natürlichen Evolution eine große Vielfalt entstand, so wird argumentiert, ist dieses Resultat in Form aller Arten und vor allem der zugrundeliegende Prozeß schützenswert. Nach Trepl (1991) liegt dabei ein zirkuläres Argument vor, nach dem Muster: Arten sollen geschützt werden, weil es viele Arten gibt und damit auch weiterhin viele Arten existieren. Im Kontext des teleologischen Evolutionsbegriffs impliziert jedoch der *Modus des evolutiven Werdens* den Wert oder sogar die Selbstzwecklichkeit aller Arten und natürlicher Prozesse, und insofern entfällt der Zirkularitätsvorwurf. Gleichwohl wäre das Argument nur dann plausibel, wenn Natur in sich ein solches Ziel hat und wenn es allein Menschen wären, die den Naturzwecken zuwiderhandeln. »Schutz der Evolution« würde *dann* den Schutz vor der Richtungsveränderung durch andere Zwecksetzungen des Menschen bedeuten. Diese Gegenüberstellung ist jedoch kritikbedürftig, weil sie erstens strittige Zwecke der Natur voraussetzt und zweitens unzutreffenderweise impliziert, daß menschliches Wirken immer Natur »zerstört« und daß umgekehrt »Natur« stets Zwecke von Menschen ausschließt.

Im Schutz der Natur zur Ermöglichung deren ureigenen Zwecks liegt – so lautet ein instrumentelles Argument – stets auch Gutes für Menschen. Diese nutzen aufgrund der starken ökologischen Interdependenz selbstverständlich

das, was die Natur »nebenbei« auch für ihre Zwecke bereitstellt. Die Widersprüchlichkeit einer scharfen Trennung von anthropogener und natürlicher Evolution wird hier evident. Ob Diversität und Evolution gut für den Menschen und der Mensch gut oder schlecht für Diversität und Evolution ist, läßt sich generell überhaupt nicht angeben (siehe Kap. 5 und 10). Vielmehr wirkt der Verweis auf »die Evolution« eher verdunkelnd als erhellend.

Dennoch oder gerade deshalb besitzt die Rede von der Evolution und von evolutiven Potentialen eine gewisse moralische Suggestivität, bedenkt man die Häufigkeit dieser Motive im Naturschutz und der Ethik (siehe Kap. 7-9). Die Rede von einer sich aus der evolutionären Verbundenheit zwangsläufig ergebenden Verantwortung kann mit Ausnahme des Sonderfalls theistischer Annahmen selbstverständlich nicht aus der Tatsache der Evolution oder der Kenntnis zugrundeliegender Mechanismen abgeleitet werden. In der Rede über Evolution und Ethik finden sich gleichwohl Aussagen zur Teleologie und zum Sinnverstehen. Dabei handelt es sich um einen schwierig festzulegenden Grenzbereich zwischen wissenschaftlicher Theorie und einer Deutung oder normativer Interpretation, in dem sich etliche Versuche einer besseren Fundierung des Naturschutzgedankens bewegen.

Evolution als Erzählung

Mit der Forderung nach Erhaltung evolutiver Potentiale ist eine bestimmte Naturauffassung verbunden, die als »naturwissenschaftliche Erzählung« Elemente der Erklärung und einer Deutung eines Sinns vereinigt. Die Aspekte von »Mythos« und »Kosmologie« sind dabei zentral (siehe Kap. 4 und 7). Donnelley (1996:3) kennzeichnet Erzählungen der evolutiven Verbundenheit als »nature's great story«, Hertel (1996:149) als »Große Evolution«. Ein zunächst in der Sprache der Evolutionsbiologie formulierter Abstammungskonnex wird zur »großartigen« genealogischen Kette aller Lebewesen. In diesem affirmativen Lichte erscheint es ungerecht, unsere mitevolvierten Lebewesen als Mit-Glieder und Ergebnisse der Stammesgeschichte auszurotten. Einbezogen sind ausdrücklich alle Lebewesen. Dies ähnelt dem von Albert Schweitzer (1980/¹1923) formulierten Prinzip der Heiligkeit allen Lebens:

»Ethik besteht also darin, daß ich die Nötigung empfinde, allem Willen zum Leben die gleiche Ehrfurcht vor dem Leben entgegenzubringen wie dem eigenen. Damit ist das denknötwendige Grundprinzip des Sittlichen gegeben. Gut ist, Leben erhalten und Leben fördern; böse ist, Leben vernichten und hemmen. [...] Das Leben als solches ist [...] heilig.« (Schweitzer 1980:331)

Anders als bei Schweitzer oder in Jonas' Organismuskonzeption (Kap. 11.3) geht es in einer »Großen Erzählung« aber nicht um den zu achtenden Lebenswillen, sondern um ein im positiven Sinne historisierendes Verständnis der Organismen als Vorfahren und derzeitige Co-Evolutionspartner der Menschen. In dieser Narrationsform wird es möglich, sich als Teil einer – in der Sprache der Wissenschaft vorformulierten – Geschichte verstehend zu orientieren, im wahrsten Sinne des Wortes zu verorten (siehe Kap. 4 und 7). Die Stammesgeschichte als notwendige Bedingung der Entstehung menschlichen Lebens bekommt einen Sinn: als Symbol dafür, wie die Menschheit in einen umfassenden Entstehungszusammenhang eingebettet ist, der zunehmend als *gegenseitiges* Bedingungsverhältnis aufgefaßt wird. Die »objektive« Bestätigung dieses Interdependenzverhältnisses liefert dabei die Naturwissenschaft, aber eine Erzählung vom Menschen als Teil des evolutiven Geschehens ist nicht allein wertneutrale Beschreibung, sondern der Versuch der Produktion von Sinn in einer Natur ohne Schöpfersubjekt – von Teleologie im Sinne einer Evolution um ihrer selbst willen.

Die Evolutionstheorie bietet zwar programmatisch einen antimetaphysischen Rahmen einer Geschichte der Natur, der Sinn, Telos, Stufenfolge und ein lineares Entwicklungsgesetz ablehnt. Wird jedoch auf das Prinzip des Evolvierens, auf Diversität erzeugende Selektion oder andere nicht kontingente Evolutionstrends reflektiert, kann Evolution als Prozeß um des Prozesses willen als neue »Große Erzählung« der Natur metaphysisch erhöht werden. Insbesondere in der Gestalt des Biodiversitätsdiskurses hat Biologie etwas hervorgebracht, das es unter den Bedingungen der Postmoderne gar nicht mehr geben dürfte. Lyotard (1994) kennzeichnete letztere dadurch, daß »Große Erzählungen« obsolet geworden seien. Biodiversität und der ihr zugrundeliegende Evolutionsbegriff nehmen jedoch – so meine These – sehr erfolgreich die Rolle als Fixpunkte einer scheinbar wissenschaftlich legitimierten großen Erzählung ein. Da die Einführung des Begriffs »Biodiversität« absichtsvoll im Rahmen strategischer Erwägungen geschah, gibt es sogar handelnde Subjekte dieser in der Postmoderne spielenden Geschichte: Naturschutzbiologen, die um den ökologischen Zustand der Welt besorgt sind und die nach dem – von einigen Historikern und Philosophen deklarierten – Ende jeder Geschichtsmetaphysik idealistischer oder historisch-materialistischer Prägung nunmehr Naturmetaphysik als Grundlage einer neuen Ethik betreiben. Hans Jonas' Programm (siehe Kap. 11.3) hat erfolgreiche Nachahmer gefunden. Das Telos der Natur, so könnte man sagen, muß

gegen zerstörerische Kräfte verteidigt werden. Die Vermittlung eines moralisch relevanten »Zwecks« oder »Sinns« der Evolution kann zur Handlungsorientierung dienstbar gemacht werden. Allerdings zeigen sich zwischen der Aufwertung der natürlichen, nichtanthropogenen Evolution und der Idee einer Entwicklung auf den Menschen hin bereits grundlegende Spannungen innerhalb solcher Ersatz-Teleologien. Diese unterschiedlichen Hintergründe solcher kosmologischen Evolutionsbegriffe werden im Kap. 12.3 als Bestandteile umfassenderer Naturkonzeptionen im Überblick ausgeführt.

Fazit des Kap. 12.1

- Der Rekurs auf die Evolution und evolutionsbiologische Gesetzmäßigkeiten scheint den Naturschutzbemühungen insgesamt eine »ultimate« Verknüpfung im biologischen Weltbild und damit weltanschauliche Sicherheit zu ermöglichen. Als Sinnkriterium spielt »Evolution« eine bedeutsame Rolle für eine an Dynamik orientierte Naturphilosophie des Naturschutzes.
- In diesem Sinne ist von einer Re-Teleologisierung des Evolutionsgedankens – nicht nur im Naturschutz – zu sprechen, nach dem Motto: »Evolution – der Weg ist das Ziel!«. Dabei werden die vier Elemente der Anti-Teleologie in der Biologie wieder aufgehoben: (1) Die Evolution stiftet als Prozeß Sinn, sei es durch das »gute« Prinzip der Vielfalt, sei es als Prozeß auf den Menschen hin. (2) Die einzelnen Arten bilden gemeinsam das neue Netz der globalen Biodiversität. (3) Zweckmäßigkeit ist auf Vielfalt und/oder auf Evolution um ihrer selbst willen gerichtet. (4) Mannigfaltigkeit entsteht mit Notwendigkeit, selbst wenn die einzelnen Taxa kontingent entstanden sind.
- Im Diskurs über Evolution und Biodiversität liegt – ähnlich wie im metaphysischen Entwurf Hans Jonas' – weniger eine Biologisierung der Ethik vor als vielmehr die *Moralisierung der Natur* als Prozeß der »Großen Evolution«.
- Die naturwissenschaftlich inkonsistente und bezüglich ihrer kosmologischen Anteile »unwissenschaftlich« erscheinende Wendung ist aus wissenschaftsethischer Perspektive für die Begründung des Naturschutzes nur dann akzeptabel, wenn man sich auf die metaphysischen und normativen Elemente explizit bezieht. Nicht als wissenschaftliche Tatsache, sondern als Möglichkeit moralisch-affirmativer Aneignung von Vielfalt und »großem« genealogischen Zusammenhang könnte die Idee evolutiver Prozesse normativ werden.

12.2 Evolution als Chiffre für die instrumentelle »Klugheit« der Natur: Fehlerfreundlichkeit und Offenhalten von Optionen

»Hier hilft ein Blick in die Evolutionslehre, die ja den erfolgreichen Umgang der Lebenswelt mit dem Unvorhersehbaren beschreibt.« (Weizsäcker & Weizsäcker 1986:791)

Im Gegensatz zur Wertschätzung der evolutiven Zusammenhänge aus emotional-ästhetischen oder teleologisch-metaphysischen Gründen hat der Bezug auf Fehlerfreundlichkeit und das Offenhalten von Möglichkeiten als evolutionäre Güter einen instrumentellen Charakter. Zum Zwecke der langfristigen Erhaltung natürlicher Konnexen als Lebensgrundlage für Menschen werden dabei evolutionäre Prinzipien als Handlungsrichtlinien rational begründet:

- *Fehlerfreundlichkeit* entsteht als Synthese aus Fehlertoleranz und Fehleranfälligkeit verbunden mit funktioneller Redundanz. Die Mehrfachbesetzung (»Redundanz«) verschiedener Organismen als Funktionsträger in ökologischen Systemen oder die molekularen und organismischen (Selbst)Reparaturmechanismen lassen sich als Verkörperungen eines solchen Prinzips deuten.
- *Prozessoffenheit* ist die Möglichkeit, mit neuen Umweltbedingungen durch konstante Produktion von Neuheit auf genetischem und organismischem Niveau umgehen zu können.

Legt man solche Kriterien für den Naturschutz zugrunde, so ist zur Erhaltung evolutiver Potentiale notwendig, die genetische und organismische Diversität möglichst vollständig zu sichern. Zumindest sollte eine möglichst große *Spannbreite* evolutiver Vielfalt geschützt werden.

Fehlerfreundlichkeit als Evolutionsprinzip und als Vorbild für Technikentwicklung und -bewertung haben maßgeblich Christine und Ernst-Ulrich von Weizsäcker vertreten. Ihr Ansatzpunkt ist, daß in der Evolution die Faktoren Selektion (Auslese des Bestangepaßten), Mutation und Isolation in gleichem Maße bedeutsam sind. Die Evolutionstheorie sei aber unter den gesellschaftlichen Bedingungen der Fokussierung auf die liberale kapitalistische Ökonomie vor allem auf den Faktor Konkurrenz und damit auf die Selektion verkürzt worden. Nötig sei »eine wissenschaftliche Renaissance der Evolutionsfaktoren Mutation und Isolation, also die Faktoren, die die Evolution der Viel-

falt und Fülle bewirkt haben« (Weizsäcker & Weizsäcker 1986:793). Vielfalt und Fülle werden nicht rein deskriptiv sondern normativ eingeführt (vgl. Kap. 6 und 9). Aufgrund der evolutionären Bewährung sei dies (auch) erstrebenswert für die Organisation der menschlichen Gesellschaft.

Fehlerfreundlichkeit läßt sich als Bewertungskriterium verwenden, insofern es bei technischen und natürlichen Systemen zur langfristigen Erhaltung durch Veränderlichkeit und damit Adaptivität beiträgt. Selektion allein dagegen erzeuge fehlerunfreundliche Homogenität und Einseitigkeit. »Somit hat der Mensch [nicht nur in Techniken wie der Atomenergie, sondern; T.P.] auch der Natur gegenüber den Faktor Selektion in zerstörerischem Maße überbetont und die natürliche Fehlerfreundlichkeit in Gefahr gebracht« (Weizsäcker & Weizsäcker 1986:793).

Die Ideen zur moralischen Relevanz der Fehlerfreundlichkeit der Zukunftsoffenheit können nicht als Sein-Sollen-Fehlschluß oder naturalistische naturam-sequi-Argumente verworfen werden, denn sie stehen unter einer zweckorientierten (instrumentellen) Prämisse. *Wenn* Menschen bestimmte Ziele erreichen oder Gefahren vermeiden wollen, *dann* ist es angezeigt, bestimmte Prinzipien für die Technik oder in der Ökonomie zu nutzen, die es (auch) in der Natur gibt. Die oben genannten evolutionären Prinzipien haben dabei in etwa die Rolle der physikalischen Mechanik bei der Baustatik. Man folgt »natürlichen Gesetzen« nicht um ihrer moralischen Bedeutsamkeit willen, sondern aufgrund der Nutzungsinteressen, die praktische Verlässlichkeit erfordern. Nicht weil die Natur etwas so oder so macht, sondern weil der Mensch bestimmte Eigenschaften nutzen will, soll so oder so verfahren werden. Diese Ziele und die damit verbundenen Zwecke bedürfen der Begründung, und diese ist auf das Wohlergehen von Menschen gerichtet. Weizsäcker & Weizsäcker (1986) betonen, daß sie nicht biologistisch argumentieren, da sie ein Prinzip aus der Gesellschaft, hier der Technik, entnehmen und prüfen, ob es sich auch in der natürlichen Evolution finde.

Problematisch bleibt jedoch, ob und in welchem Ausmaß Fehlerfreundlichkeit oder Zukunftsoffenheit als Naturprinzipien oder gar Naturgesetze gelten können. Die Begriffe sind anthropomorph im Sinne einer »Freundlichkeit« der Natur (auch) für Menschen bestimmt, wobei die Erhaltung bestimmter Kontexte eine eindeutige instrumentelle Zweckorientierung besitzt. Ob Fehlerfreundlichkeit oder Zukunftsoffenheit Eigenschaften des Werdens der Natur sind, kann nicht naturwissenschaftsbezogen, sondern allein im Rahmen einer Philosophie der Natur erörtert werden. Zudem besteht

das Problem eines mit Gründen auszuweisenden Übergangs von einem analytisch-teleologiefreien Blick auf die Evolution zu einer entweder heimlichen oder expliziten Voraussetzung eines Zwecks der Aufrechterhaltung des Prozesses selbst. Im Rahmen einer natur- und umweltethischen Debatte über das Wesen dessen, was es zu schützen gilt, treten deutlicher als in naturwissenschafts- oder technikorientierten Risikodebatten die impliziten Ausgangspositionen und die normativen Implikationen naturwissenschaftlich geprägter Naturbilder hervor.

Eine Verwendung gesellschaftspolitischer Prinzipien für die Ausformulierung der Evolutionstheorien ist eines der Charakteristika für deren Erfolg (zu Darwins Selektionsmetapher vgl. Young 1985). Der Schritt von gesellschaftlichen Metaphern in die naturwissenschaftliche Theoriebildung und wieder zurück in die Gesellschaft ist geradezu ein Charakteristikum der Naturwissenschaft der Moderne (Pörksen 1986). Weizsäcker & Weizsäcker unterscheiden sich positiv von den meisten anderen AutorInnen, indem sie *explizit* ihre normativen Prämissen benennen.

Evolutive »Prinzipien« der Produktion von Neuartigkeit und der Zukunftsoffenheit sind auch Thema der Umweltökonomie (Faber *et al.* 1992). Ihr Bezug zur *Evolutionenbiologie* ist dabei recht allgemein: Ring (1997) nennt Unumkehrbarkeit, Historizität, Kontingenz und Langfristigkeit der Prozesse als notwendige Ergänzungen und Randbedingungen für eine Ökonomie, die bislang in den Paradigmen von Gleichgewicht, Stabilität und vollständiger Substituierbarkeit verhaftet geblieben ist. Evolution als langfristige Prozeßperspektive ist dabei eher Metapher als Handlungsanleitung. Der ökologische Hauptfaktor bleibt die Energiezirkulation durch anthropogene (technische, landwirtschaftliche) Systeme, deren Geschwindigkeit möglichst nicht zu hoch sein soll – ein klassisches Modell der Systemökologie (vgl. Odum 1969, Haber 1978, H.T. Odum 1983). Zum Begriff der Zukunftsoffenheit muß mit Williams (1966) eingewendet werden, daß Angepaßtheit gemäß der Theorie der Evolution *per definitionem* nicht auf die Zukunft gerichtet ist, sondern auf die Gegenwart sowie – in Form der stammesgeschichtlichen »constraints« – auf vergangene Ereignisse. Von der Evolutionsbiologie kann für die gesellschaftliche Entwicklung »gelernt« werden, daß die Zukunft nicht völlig offen aber auch nicht völlig determiniert ist – darin unterscheiden sich biologische Evolution und Geschichte allerdings nicht. Die Optionen einer Lenkung der Entwicklung auf ein bestimmtes Ziel hin – auch auf das der Evolutionsfähigkeit selbst – können nicht aus der Natur abgeleitet werden. Für Natur- und

Umweltschutz müssen vielmehr unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen Ziele festgelegt werden, zu deren Erreichen dann Fehlerfreundlichkeit, Redundanz und Offenheit für Veränderungen Kriterien bei der Bereitstellung der Mittel angeben können.

Der Schutz evolutiver Potentiale meint in einem technik- und ökonomieorientierten Kontext gerade nicht diejenigen Bereiche der Natur, die vom Menschen nicht oder nur wenig beeinflusst sind. Dort macht die enge Begriffsbestimmung des Schutzes ohnehin keinen Sinn mehr, denn Schutz der Natur ist nunmehr gleichbedeutend mit einer gelungenen Mensch-Natur-Interaktion. Diese Idee trägt seit Beginn der 1990er Jahre zumeist den programmatischen Titel »Nachhaltige Entwicklung« (sustainable development). In diesen auf die zukünftige Nutzung ausgerichteten Konzepten sind das Kriterium Fehlerfreundlichkeit und die Forderung des Schutzes lokaler, regionaler und globaler Vielfalt in der Tat sehr gut begründet. Nicht der Evolutionsprozeß selbst ist zu sichern, sondern die Potentialität, die in der Vielfalt liegt, sowie die Bedingungen, die solche Prozesse ermöglichen. Unterschiede zwischen anthropogen beeinflusster und natürlicher Evolution sind in diesem Kontext bedeutungslos oder sogar unangebracht.

Fazit des Kap. 12.2.

- Fehlerfreundlichkeit und Zukunftsoffenheit überzeugen als instrumentelle Kriterien zur Beurteilung neuer Techniken und Umweltveränderungen insofern sie die Erhaltung unterschiedlicher Handlungsmöglichkeiten sowie die Sicherung bestimmter vorab festzulegender Funktionen für ökologische und technische Systeme betonen.
- Der Status von Fehlerfreundlichkeit und Zukunftsoffenheit als Naturprinzipien ist insofern obsolet, als menschliche Zwecksetzungen den Begriff im Kontext von Naturethik und Technikbewertung bestimmen. »Außerhalb« der menschlichen Sphäre macht er ohnehin keinen Sinn.
- Das Prinzip der Fehlerfreundlichkeit impliziert streng genommen, daß die »nützlichen« Potentiale im Vorhinein nicht bestimmbar sind. Zu erhalten sind im Sinne der Redundanz und der Entwicklungsfähigkeit daher tatsächlich »möglichst viele« oder »alle« Organismenformen in unterschiedlichen raumzeitlichen Einheiten. Auswahlkriterien innerhalb der Vielfalt ergeben sich nur dann, wenn sie von Menschen instrumentell bestimmt werden, so bei Sorten- und genetischer Vielfalt der Kulturpflanzen und -tiere oder bei der Bekämpfung von Krankheitserregern.

12.3 Evolution als metaphysische Skizze der Welt: Die Weisheit der natürlich evolvierten Natur *versus* die Utopie des Noch-Nicht-Seienden.

»Das Metaphysische beträfe ja dann gerade das Offene, Unabgeschlossene im dialektischen Prozeß, wie vor allem auch in dessen Substrat. [...] Werden wäre ein sinnloser Begriff, wenn das, was herauskommt, schon da wäre.«
(Bloch 1970:354)

Alle Begründungsversuche einer Norm, »die Evolution« oder evolutive Potentiale schützen zu sollen, müssen auf einem Naturverständnis beruhen, das über die Erkenntnisse der Naturwissenschaft notwendig hinausgehen muß. Hinsichtlich der Bedeutung der Evolution für die Naturethik lassen sich die Grundkonzeptionen als unvereinbare Alternative darstellen. Ich bezeichne sie in leichter Abänderung der Terminologie Murray Bookchins (1990) als *analytisch-dualistische* versus *utopisch-dialektische* Sichtweise der Natur. Der grundsätzliche Unterschied liegt im Status des Verhältnisses von Mensch und Natur sowie in der Beurteilung der Rolle der (Natur)Wissenschaften und der Bedeutung einer von Menschen unbeeinflussten Natur. Im folgenden wird genauer bestimmt, welche unterschiedlichen Einschätzungen menschlicher Handlungen und moralischer Prinzipien sich mit Bezug auf die Evolution ergeben. Meine These charakterisiert dementsprechend naturphilosophische und anthropologische Gegensätze: *Wenn Evolution normativ als schützenswert gedacht wird, repräsentiert diese Norm entweder die Idee einer Optimalität der natürlich evolvierten Natur als Gegensatz zur zivilisatorisch überformten oder die Idee der Utopie eines Noch-Nicht-Seienden in der Natur, welche sich mit der Menschheit und durch sie fortschrittlich entwickelt.*

Diese beiden Auffassungen bestimmen die im Laufe dieser Studie untersuchten Begründungen einer moralischen Bedeutung der Evolution für den Schutz der Natur. Gemeinsamkeiten bestehen in einer moralisch-affirmativen Anerkennung der evolutiven Verbundenheit des Menschen mit allen Lebewesen sowie in der Ablehnung einer strikten Trennung zwischen Mensch und Natur. Gemäß der naturphilosophischen und anthropologischen Grundannahmen ergeben sich allerdings gravierende Unterschiede in der Charakterisierung dieser Verbundenheit.

*Das analytisch-dualistische Verständnis: Evolution bedroht durch
»fehlangepaßte« Zivilisation*

Die analytisch-dualistische Perspektive beruht auf dem erkenntnisskeptischen Standpunkt David Humes, dem die Wertfreiheit der Wissenschaft betonenden Positivismus Max Webers und dem kritischen Rationalismus Karl Poppers. Gemäß dieser Tradition ist Natur zwar als solche nicht erkennbar, allerdings kann mithilfe der naturwissenschaftlichen Methodik prinzipiell fallibles und gleichzeitig immer genaueres objektives Wissen über die Mechanismen der Natur gewonnen werden. Bei aller epistemologisch begründeten Erkenntnis-skepsis umfaßt die Perspektive einen methodischen Realismus, weil durch die technisch-wissenschaftliche (Re)Konstruktion der Gegenstände im Experiment sich die Natur in ihren Prinzipien letztlich immer besser erklären lassen soll (vgl. Hume 1982/¹1738/39, Weber 1917, Popper 1917).

In dieser Konzeption von Natur und Wissenschaft kann eine vorbestimmte Richtung der Evolution aus erkenntniskritischen und theorieimmanenten Gründen prinzipiell nicht ermittelt werden. Der heutige Stand der Naturwissenschaft wird dahingehend gedeutet, daß Evolutionsprodukte singulär und kontingent sind und daß sie sich unvorhersehbar weiterentwickeln. Kontingenz bedeutet hier, daß Arten und andere Taxa nicht mit Notwendigkeit, aber auch nicht rein zufällig entstanden, sondern sich in der je spezifischen Situation unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen (»constraints«) entwickeln konnten. Auch wenn anscheinend Phänomene wie Komplexitätszunahme und Vielfalt von Organismen und Interaktionen in der Evolution aufgetreten sind, können sie im Rahmen der Evolutionstheorie nicht als Fortschreiten in eine vorbestimmte Richtung gelten. Es darf im Rahmen der Theoriesprache gar keine internen Ziele der stammesgeschichtlichen Entwicklung geben.

Aus diesen Gründen müssen religiös oder säkular aufgeladene Ideen eines Telos oder eines Sinns (in) der Evolution kategorisch zurückgewiesen werden. Welche moralischen Lehren werden dennoch aus evolutionsbiologischer Sicht im Blick auf die Natur und den Menschen vorgeschlagen? Zunächst wird die Sonderstellung des Menschen, die ja auch ethische Konsequenzen nach sich zieht, in Zweifel gezogen. Das graduelle evolutionäre Kontinuum aller Lebewesen – insbesondere dasjenige von empfindungsfähigen Tieren und Menschen – wird zur Begründung eines Anti-Speziesismus in der Naturethik angeführt: *Biologisch* gesehen seien Menschen gegenüber Tieren keine besonders ausgezeichneten Lebewesen, und daher sei die moralische Vorrangstellung nicht mit der Artzugehörigkeit begründbar (Rodd 1990).

Allerdings verfällt die analytisch-dualistische Position statt des abgelehnten Speziesismus einem anderen Dualismus. Die Umweltkrise scheint eine Opposition »Mensch als abendländisch-industrielles Zivilisationswesen« versus »Natur inclusive des Menschen als biologischem Wesen« nahezulegen. Durch den Roman von Max Frisch (1978/¹1957) ist der »homo faber« berühmt geworden: Dieser zivilisatorisch-technisch ebenso zurichtende wie zugerichtete Mensch steht – innerhalb seiner selbst und in bezug auf die restliche Natur – im Konflikt mit dem biologischen Wesen des *Homo sapiens sapiens*. Unterstellt wird, daß Evolutionsprozesse dann optimal oder zumindest besser abgepuffert gegen Katastrophen verlaufen, wenn sie vom homo faber nicht verfälscht werden. Die Denkfigur einer vom Menschen der Zivilisation in ihrer bisherigen Form gestörten Evolution hat ihre Wurzeln bei den Eugenikern im 19. Jahrhundert und wurde auch noch nach der Modernen Synthese der Evolutionstheorie aufrechterhalten. In der Zeit nach 1945 vertraten der Evolutionsbiologe Julian Huxley (1963) und die Genetiker John B.S. Haldane und Herman Muller biologistische Vorstellungen von der Evolutionslehre als Steuerungsinstrument in der Gesellschaft (vgl. Weiß 1989). Unabhängig von ihrem persönlichen politischen Standpunkt eint die – wie ich sie nenne – biologistischen Zivilisations skeptiker die Auffassung, daß das biologische Erbe in Form des Erbguts in den modernen Gesellschaften gefährdet sei. Grund dafür sei das Fehlen oder die Umgehung strenger *natürlicher* Selektion als dem entscheidenden Evolutionsfaktor. In Nazideutschland und später in der Bundesrepublik propagierte Konrad Lorenz (1943, 1973) die Gefahr evolutionärer Degeneration des Menschen insbesondere durch die städtische Zivilisation. Die »unnatürliche Zivilisation« wird dabei zuweilen einer eher »naturwüchsigen Kultur« gegenübergestellt.

Die natürliche Auslese ist in dieser Diktion ein Mechanismus, der Effizienz und Überlebensfähigkeit optimiert, während der homo faber nun diese Bedingungen aufweicht und die Optimierung oder zumindest die Aufrechterhaltung bestimmter Fähigkeiten umgeht. Die Evolution hat dabei zwar keinen Sinn und kein Telos, aber sie sorgt – in der ökonomischen Metaphorik des Darwinismus – zumindest für Konkurrenzfähigkeit im Wettbewerb. Hier wird gegen die eigene Norm der Wertfreiheit wissenschaftlicher Aussagen verstoßen und im Prinzip die analytische Perspektive verlassen: Es mag oberflächlich betrachtet möglicherweise einleuchtend erscheinen, die von Menschen durcheinandergebrachte »Devolution« der ordentlichen »Evolution« in der Natur gegenüberzustellen (Lorenz 1973). Um naturwissenschaftliche

Aussagen handelt es sich dabei keinesfalls, sondern um Ideologie im Namen der Biologie unter Berufung auf deren Autorität.

Solche zunächst die Evolution des Menschen betreffenden Argumentationsfiguren finden sich seit den 1970er Jahren zunehmend auch bezüglich der Evolution in der nichtmenschlichen Natur. Nunmehr werden die natürlichen Evolutionsprozesse in ökologischen Systemen als durch zivilisatorische Eingriffe bedroht angesehen. Die im jeweiligen Kontext als optimiert verstandenen natürlichen Evolutionsprozesse – und damit scheint eine gewisse Aporie auf – erweisen sich als fragil gegenüber einer Zivilisation, die diese natürlichen Kontrollprozesse außer Kraft setzt, sich damit aber selbst gefährdet.

In allen Naturethiken wird übereinstimmend der vom Menschen möglichst unbeeinflussten Evolution ein instrumenteller Wert zugeschrieben. Begründungen dessen betonen die Notwendigkeit des Schutzes vor der allzu drastischen Zerstörung ökologisch-evolutiver Zusammenhänge, die letztlich Mensch und Natur in ihrer Fortexistenz bedrohe (Frankel 1970, Callicott 1996, Krebs 1997). Zusätzlich zum im Prinzip unstrittigen instrumentellen Wert erfährt die genealogische Verbundenheit alles Lebendigen zuweilen eine ethisch unklare moralische Affirmation. Wenn gleichzeitig die Natur als getrennt vom homo faber gesehen wird, ergibt sich mit Notwendigkeit auch für wertethische Fragen eine dualistische Perspektive: die substantielle, nicht nur begriffliche Trennung zwischen Eigenwerten (in) der Natur einerseits sowie andererseits kultur- und zivilisationsgeformten Werten, die von Menschen erzeugt sind. Diese Unterscheidung legt die Idee einer Opposition physiozentrischer und anthropozentrischer Naturschutzbegründungen nahe. Entweder ist die Natur unabhängig vom Menschen intrinsisch wertvoll oder es sind allein Menschen, denen Selbstwerte und damit moralische Rechte zustehen.

Unter dualistischen Perspektiven findet die Frage nach der Existenz und der möglichen Erkennbarkeit von Werten (in) der Natur unterschiedlichste Antworten. Holmes Rolston (1988, 1997) ist Vertreter einer ökozentrischen Naturethik. Seine Versuche, objektive Werte in der Natur mit Hilfe der Biologie der Lebewesen zu formulieren, sind allerdings insofern zum Scheitern verurteilt, als physiozentrische Positionen in einem erkenntniskritisch-analytischen System keine Begründung finden können. Mögliche Selbstwerte der Natur, die völlig unabhängig von Menschen sein sollen, können darin gar nicht erörtert werden. Vielmehr erfordert ein analytisch-dualistisches Naturbild, jede Erwägung solcher Selbstwerte dem individuellen Gefühl oder dem

religiösen Glauben zuzuschreiben, zumindest aber sie in den Bereich nicht verallgemeinerungsfähiger Vorlieben bezüglich des guten Lebens zu verlegen. Solche Schwierigkeiten waren dem Begründer einer anderen nichtanthropozentrischen Richtung, der »deep ecology«, bewußt. Arne Naess (1996/¹1972) stellte klar, daß sein Ansatz nicht auf empirisch fundierten Argumenten der Naturwissenschaft basiere, sondern auf einer bestimmten moralischen Haltung des Menschen gegenüber der Natur. Konsequenterweise kann diese allein in eine Zuschreibung von Eigenwerten (inhärente Werte) münden, die im Gegensatz zu Selbstwerten (intrinsischen Werten) auf der *Beziehung* zwischen Menschen und der Natur beruhen. Man kann es nicht wissen, sondern nur *erleben*, daß die Natur moralisch bedeutsam ist. In der »deep ecology« und anderen ökozentrischen Konzeptionen wird davon ausgegangen, daß alle Menschen dieselben Naturerlebnisse hätten, wenn sich diese nur entfalten könnten. Solchermaßen konzipierte Werte der Natur müßten daher im Prinzip als allgemeinverbindlich gelten. Holistische Ansätze der Ökozentriz versuchen zwar, die Dichotomie zwischen anthropozentrischer und physiozentrischer Begründung von Werten und Normen zu umgehen (vgl. Meyer-Abich 1987). Doch im Rahmen einer Kritik an der »rationalistisch-technischen« Zivilisation bleibt das Bild der Dichotomie zwischen dem moralisch depravierten homo faber und der guten Natur bestehen. Bezüglich der prinzipiellen Höherbewertung natürlicher Evolutionsprozesse gegenüber anthropogenen stimmen allerdings nicht alle AutorInnen holistischer Naturethiken überein, und insofern passen nicht alle holistischen Ansätze unter die Rubik »analytisch-dualistisch«, sondern gehören zur »utopisch-dialektischen« (siehe unten).

Ebenso wie in physiozentrischen Ansätzen konzipieren auch VertreterInnen des Wertanthropozentrismus (Krebs 1997) einen Gegensatz zwischen Zivilisationswesen Mensch und Natur inclusive des Menschen als biologischem Wesen. Natur ist auch hier das Gegenüber, das »Andere« der Zivilisation. Vom Menschen erkennbare Werte können – und dies ist eigentlich für jede analytische Perspektive zwingend – nur in der menschlichen Sphäre entstehen. Eigenwerte verweisen hier nicht auf eine unabhängige moralische Bedeutsamkeit der Natur und bestimmter Objekte, sondern auf die Verknüpfung mit einer wertschätzenden Person. Eigenwerte bedeuten moralische Pflichten gegenüber der wertschätzenden Person. Doch auch im Anthropozentrismus erhalten Eingriffe in die evolvierende Natur unter Voraussetzung einer durch die Sprache der Naturwissenschaft etablierten Idee der natürlicherweise bes-

ser funktionierenden Selbstregulation in der Evolution eine prima facie negative Beurteilung.

Mit dem zuletzt genannten Urteil sind erhebliche Widersprüche verbunden, denn die Bevorzugung möglichst unbeeinflusster Natur soll im Naturschutz plötzlich nicht mehr gelten, wenn menschliche Landnutzung eine bestimmte gewünschte biologische Lebewelt erst ermöglicht und aufrechterhält. Eine solche Ausnahme vom Prinzip der Nichtbeeinflussung ist logisch inkonsistent. Offenbar existieren andere Kriterien als die Natürlichkeit dafür, bestimmte Arten oder ökologische Systeme in einem bestimmten Gebiet zu erhalten; eine solche Kasuistik läuft aber dem programmatischen Primat der Natürlichkeit zuwider. Eine auf natürliche Evolutionsprozesse abzielende analytisch-dualistische Begründung des Kulturlandschaftsschutzes ist also schlichtweg unmöglich. Ansonsten verfielen man gleichzeitig dem naiven und inakzeptablen Naturalismus, der die Normen der Landnutzung aus falliblen und umstrittenen Konzeptionen zum »Wesen« von Ökosystemen ableiten müßte. Ebenso unplausibel wäre es, einfach all das, was man gerne schützen möchte, als zur natürlichen Evolution gehörig zu bezeichnen und gegen den Rest »unnatürlicher« moderner Zivilisationsfolgen abzugrenzen.

Auch soziobiologisch motivierte Versuche evolutionärer Ethik sind nicht in der Lage, das Oppositionsverhältnis von Zivilisation und Natur differenzierter zu bestimmen. In diesem Ansatz löst sich die Spezifität der menschlichen Geschichte vollständig im biologistischen Niemandsland der Genvermehrungsmaschinen auf, in dem der kulturelle Überbau tatsächlich nicht Artefakt sondern allein ein akzidentielles adaptiv bedingtes Naturprodukt ist. Ethik im besonderen ebenso wie Kultur im allgemeinen werden hier programmatisch auf evolutionäre Adaptivität reduziert und damit wegerklärt. Weiter kann kein moralisches Sollen aus der Betrachtung der Evolution ermittelt werden, nicht einmal dasjenige, die natürliche Evolution zu befördern. Dies wäre tautologisch und somit als Moralprinzip sinnlos, weil ja alles »Evolution« und damit natürlich ist (vgl. auch die Kritik aus ökozentrischer Perspektive von Rolston 1997). Die analytisch-dualistische Perspektive wird zur in sich inkonsistenten biologistischen reduziert.

Innerhalb einer biologischen Kriteriologie ist es nicht möglich, die grundsätzliche Sonderstellung des Menschen zu begründen, weil alle Kriterien bei einzelnen Menschen nicht erfüllt sein können und Tiere bestimmte dieser Kriterien ebenfalls aufweisen. Aus dieser Position ergibt sich zwar im Utilitarismus und in der Mitleidsethik die moralische Egalität zwischen leidens-

fähigen Tieren und dem Menschen. Doch die *biologische* Abgrenzbarkeit bleibt dabei höchst problematisch, weil »Leiden« eine schwer bestimmbare anthropomorphe Konstruktion intentionalen Erlebens ist. Zudem wird offen oder latent misanthropisch eine zivilisationsskeptische Trennung zwischen dem die Natur zerstörenden Gesellschaftswesen Mensch einerseits und der Natur als Summe aller Lebewesen inclusive eines »ursprünglichen« naturangepaßten Menschen vorgenommen. In dieser Kombination des biologischen Egalitätspostulats mit der Zivilisationsskepsis liegt es nahe, die scharfe Trennung zwischen Physiozentrik und Anthropozentrik in Naturschutzbegründungen hervorzuheben. Die Naturwissenschaft aber bietet keiner der beiden Naturethik-Ansätze Kriterien dafür, welche Eingriffe des Menschen in die Evolution erlaubt sind und welche nicht. Zum einen sind aus analytisch-dualistischer erkenntnistheoretischer Sicht verbindlich geltende Werte oder Normen nicht in der Natur auffindbar, sondern menschliche Konstrukte. Zum anderen sind auch für anthropozentrisch-inhärente Wertzuschreibungen der natürlichen Evolution außerwissenschaftliche Gründe anzugeben. Zum dritten sind objektivierbare biologische Kriterien nicht verfügbar, die angeben könnten, was zur minimal notwendigen Erhaltung der natürlichen Evolution in ökologischen Systemen nötig wäre.

Ich habe bewußt unter dem Begriff »analytisch-dualistisch« Positionen zusammengebracht, deren VertreterInnen sich als völlige Antipoden begreifen: auf der einen Seite die überzeugten Anhänger der These, daß alles, was einen Wert hat, ihn allein durch Menschen erhält, auf der anderen Seite diejenigen, die mit unterschiedlichen Argumenten objektive Werte in der Natur selbst behaupten. Beide berufen sich aber auf übereinstimmende Konzepte (auch) zur Begründung des Evolutionsschutzes: (1) Die Idee einer Verbundenheit mit der Natur als *genuin biologische*; (2) die Idee, daß die natürliche Evolution Fehlerfreundlichkeit und Produktion von Neuheit besser als der Mensch in der westlichen Zivilisation verwirklicht habe, (3) die Idee einer richtungslosen Evolution, die gleichzeitig durch die natürliche Selektion gleichsam mit unsichtbarer Hand stabilisiert ist. Darin zeigt sich erstens die Bestimmung des Mensch-Natur Verhältnisses im Sinne eines auch ethischen Konflikts zwischen dem Naturwesen Mensch und dem homo faber; zweitens die Idee einer irgendwie sinnhaltigen Lebenswelt als Produkt eines sinn- und ziellosen Evolutionsprozesses. Dabei können Sinn und Werte allein in der Intuition, einer mit der Rationalität allein nicht zugänglichen Zusatzperspektive oder als bloßer Schein der egoistischen Gene entstehen. Es herrscht das Bild vor, daß

»der moderne Mensch«, also »wir« als Zivilisationskollektiv, Probleme im Umgang mit der Natur erzeugt hätten, die die evolutiven Überlebensgrenzen zu überschreiten drohten. Selbst bei Anerkennung der politischen Rahmenbedingungen scheint stets das Moment eines dysfunktionalen »biologischen Erbes« des Menschen maßgeblich, weil durch die Zivilisation eine vorher bestehende evolutive und ökologische Einpassung in die Natur verlorengegangen sei. Eine solche anthropologisch-biologistische und tendenziell misanthropische Deutung vernachlässigt systematisch Partialinteressen, Machtverhältnisse und Differenzen innerhalb von Gesellschaften und Staaten als Ursachen der Umweltkrise. In diesem Sinne fungiert die »Biologie des Menschen als Schicksal« auch als Ideologie einer vorgeblichen Gleichheit aller Menschen in der ökologischen Krise – seien sie Täter oder Opfer.

Das utopisch-dialektische Verständnis: Evolution als normative Skizze einer besseren humanen Welt

Eine utopisch-dialektische Naturauffassung nimmt Motive der teleologischen Naturphilosophie aus der um 350 v.Chr. entstandenen »Physik« des Aristoteles (1987) und der idealistischen Naturphilosophie Schellings (1799) auf, letztere insbesondere in Form einer Selbst-Organisation der *natura naturans* als Natursubjekt. Ausformulierungen im Hinblick auf die Biologie wurzeln in der dialektisch-materialistischen Naturauffassung Friedrich Engels' (1990/1873f.), beispielsweise der »Dialektischen Biologie« von Levins & Lewontin (1985). Darin werden die methodologischen Spielregeln der Naturwissenschaft nicht *a limine* verworfen, wohl aber in einen völlig anderen erkenntnis- und gesellschaftstheoretischen Kontext gestellt, um einen falschen – vorgeblich wert- und metaphysikfreien – Positivismus zu überwinden. Als gemeinsamer Nenner steht die unauflösliche Verbundenheit von menschlicher Vergesellschaftung und Arbeit mit einer nur scheinbar davon unabhängigen Natur. Aufgrund dessen sei die unangemessene analytisch-dualistische Spaltung in eine Sphäre der menschlichen Gesellschaft und einer davon getrennten Natur zu überwinden.

Die Sichtweise der Evolution als progressivem Prozeß mit bestimmter Richtung geht mehr oder minder bewußt über naturwissenschaftliche Deutungsmöglichkeiten hinaus. Alle im einzelnen sehr unterschiedlichen Ansätze setzten eine Naturphilosophie des fortschrittlich-utopischen Werdens im Prozeß der Welt voraus. Das utopische Moment einer materialistischen Weltansicht ist von Ernst Bloch (1959, 1970) formuliert worden. Seine Naturphilosophie

findet heute kaum explizite Erwähnung. Sie formuliert aber in der Sache das – meist nur implizite – Fundament utopisch-dialektischer Entwürfe bezüglich einer Interpretation der Evolution.

Anknüpfend an Ernst Bloch haben Murray Bookchin (1985), John Ely (1996) und andere aus der »Aristotelischen Linken« (Bloch 1972:479) versucht, im Rekurs auf einen teleologischen Evolutionsbegriff Lösungen für die Umweltprobleme und gleichzeitig Ansätze zur Transformation der Gesellschaft zu suchen.

»The left-Aristotelian doctrine of Nature and ends converges where the determinate dominance of the ›Final cause‹ is rejected, where the potentiality, or the ›being in potentiality‹ of material cause becomes more than mere privation. Mind emerges from nature, in gradient, overlapping communities formed by symbiosis and coevolution, with an inhering moment of diversity. Recognition of this irreducible moment of diversity in the form of a developing gradient of complexity is only one of the defects of an individual-oriented natural ethics based on utilitarian or neo-Kantian animal rights. Neither approach is able to give a ›neutral‹, instrumental basis to ›right‹ in the form of methodological individuals, and neither can grasp the relation of the individual to group, ›systems‹, and ›communities‹ without an embodied notion of sovereignty. [...] The question over standing in environmental law attempts to give place in court to entities based on their good for themselves rather than as grounds for tort to another human while as in the great tradition of natural law, under universal criteria of justice and right, the left-Aristotelian principle recognized both autonomy and diversity.« (Ely 1996:156)

Der naturwissenschaftliche Evolutionsbegriff ist hier in einer aristotelischen Teleologie aufgehoben, und zwar mit Elementen der Prozeßphilosophie Whiteheads (Whitehead 1987). Nicht in den existierenden Dingen selbst liegt ein Endzweck, sondern in ihrem Werden. Hans Jonas hat kritisiert, daß Whitehead nicht adäquat den Schritt vom Unbelebten zum Lebendigen würdige und in teleologischem Determinismus verharre:

»Wir selber fühlen uns genötigt, von einer ontologischen Revolution zu sprechen, die mit dem Auftreten des Lebens stattfand [...]. Eine solche ist nach Whitehead unnötig, da alles im Ansatz schon vital ist. [...] Whitehead, in dieser Hinsicht nicht unähnlich Hegel, hat in seiner Metaphysik eine Geschichte wesenhaft garantierten Erfolgs geschrieben: Alles Werden ist Selbstverwirklichung, jedes Geschehen ist in sich vollendet.« (Jonas 1973:150)

Auch in der Naturphilosophie Ernst Blochs wird der Unterschied zwischen belebter und unbelebter Natur nicht reflektiert. Das von Jonas bei Whitehead konstatierte Bild eines deterministischen Weltverlaufs besteht in der Ontologie Blochs aber nicht, denn Spezifikum dessen utopischen Philosophie

ist, daß Verwirklichungsprozesse sich »ad front« entscheiden und auch scheitern können.

In utopisch-dialektischer Perspektive gibt es Richtungen der Evolution, welche sich objektiv in der Welt zeigen: Zunahme der Vielfalt an Lebensformen, Komplexität der Lebewesen und ihrer Interaktionen sowie die Entstehung der menschlichen Gesellschaft als bisheriger Höhepunkt des Entwicklungsprozesses der Welt, welcher sich in Begriffen wie Potentialität, Latenz oder Tendenz ausdrücken läßt. Damit existiert Gerichtetheit nicht nur, aber auch in der *biologischen* Evolution. Diese Konzeption der Natur findet sich bei zwei Autoren, die bei allen Unterschieden nicht nur das Charakteristikum verbindet, daß Titel ihrer einflußreichen Bücher als populistische Motti weitgehend banalisiert worden sind: Ernst Blochs »Das Prinzip Hoffnung« (1959) und Hans Jonas' »Das Prinzip Verantwortung« (1984/¹1979). Einer der Hauptgründe für häufige und unzutreffende inhaltliche Einwände liegt darin, daß man die voraussetzungsvollen und strittigen naturphilosophischen Grundlagen mißverstanden oder ignoriert hat. Dies hat unter anderem zur Folge, daß die Ansätze im Lichte der analytischen Tradition inkonsistent oder unverständlich erscheinen müssen. Sowohl Blochs (1972/geschrieben 1936-37), als auch Jonas' (1973) Naturphilosophien entstanden nicht im aktuellen Zusammenhang mit der Umweltkrise, sondern innerhalb größerer metaphysisch-ontologischer Entwürfe.

Hans Jonas (1984) und Murray Bookchin (1985, 1990) haben in höchst unterschiedlicher Weise versucht, Ideen einer dialektisch verstandenen Natur umweltethisch auszubuchstabieren. Auf dem Weg zu einer gerechteren, freieren und nichtentfremdeten Welt ist zumindest im Prinzip ein Kriterium gegeben, die richtige von der falschen Richtung zu unterscheiden, je nachdem, ob es der konkreten Utopie in der Verwirklichung von Freiheit (Jonas), der herrschaftsfreien (Bookchin) und kommunistisch-humanistischen (Bloch) Gesellschaft dient oder nicht. Der Tendenzbegriff in der konkreten Utopie bewegt sich nicht im Bereich der »Theoria« als kontemplativer Schau (der Natur) im aristotelischen Sinne, sondern will politische Metaphysik sein. Die dialektisch-utopische Konzeption hebt die analytisch-dualistische Trennung der Subjektivität des Menschen und des reinen Objektcharakters der Natur mit den Begriffen des Potentials und der Tendenz im Rahmen dialektischer Prozeßhaftigkeit der Welt auf. Es ergibt sich, daß die Bevorzugung einer von Menschen unbeeinflussten Natur nicht unbegründet, sondern – im Rahmen des aufgehobenen Mensch-Natur-Dualismus – schlicht sinnlos ist. Der Ein-

heitscharakter der Natur als »Substrat auf dialektischem Feuer« (Bloch 1970:154) vollzieht die Opposition physiozentrisch *versus* anthropozentrisch nicht mit. Aufgrund der graduellen Unterschiedlichkeit in Richtung einer Höherentwicklung ist allerdings die größere moralische Bedeutsamkeit des Menschen innerhalb des Naturverständnisses gesichert, denn Bloch entwirft die Natur vom Menschen aus. Umgekehrt erhält die Sonderstellung des Menschen eine Begründung und einen Sinn nur dann, wenn menschliches Bewußtsein, Vergesellschaftung und Kultur, also die Dimension des »zoon politicon« und des »homo faber« als Teile der Natur des Menschen integriert gedacht werden.

»Ich kann nicht sehen, warum die Einzigartigkeit der Menschen als der potentiellen Verkörperung einer sich selbst bewußt gewordenen Natur nicht mit der Einzigartigkeit anderer Arten sich in der Weise versöhnen läßt, daß beide, Gesellschaft und Natur, eine gemeinsame ökologische Entwicklung teilen, die dem evolutionären Prozeß letztlich intellektuellen und ethischen Sinn verleiht. Den besonderen Platz der Menschheit in der Natur zu leugnen ist nicht weniger einseitig, als anderen Lebensformen ihren Platz im Ökosystem streitig zu machen.« (Bookchin 1985:15)

Die biologische Evolution als Teil des insgesamt sinnhaften Weltprozesses wird in diesem Kontext zu einem Gut, weil sie den Prozeß und die Verwirklichung von Potentialen repräsentiert. Damit besitzen die konkreten Organismen als Produkte des Prozesses und Substrat der weiteren Veränderung einen Sinn, als solche Repräsentanten von Sinn auch einen moralischen Wert. Von hier aus ist der Schritt zu einer Norm, die den Schutz der Organismen einschließlich ihrer noch zu verwirklichenden Potentiale fordert, plausibel. Bookchin widerspricht dabei auch dem darwinistischen Selektionsparadigma der Evolutionslehre und zeichnet die Evolution mit positiv konotierten, harmonisierenden Bildern:

»Es läßt sich, wenn überhaupt, im Lichte dessen, was wir wissen, ein sehr anderes Bild der natürlichen Welt aufzeigen: das einer fruchtbaren Natur, in dem die biologische Evolution von einer langen Geschichte wachsender Vielfalt und Komplexität gezeichnet ist, die mehr von ökologischer Komplementarität und symbiotischem »Mutualismus« geprägt wurde als von einem erbarmungslosen Wettbewerb zwischen monadischen, isolierten Arten.« (ebd.:13)

Hans Jonas (1973) betont, daß eine angestrebte Aufhebung der Gegensätze zwischen »objektiv« und »subjektiv« notwendig eine Re-Ontologisierung der Natur mit sich bringt.

»[Nötig ist] eine Revision der Idee der Natur. Und es ist die werdende vielmehr als die bleibende Natur, die eine derartige Aussicht bietet. Aus der inneren Richtung ihrer totalen Evolution läßt sich vielleicht eine Bestimmung des Menschen ermitteln, gemäß der die Person im Akte der Selbsterfüllung vielleicht zugleich ein Anliegen der ursprünglichen Substanz verwirklichen würde. Von daher würde sich ein Prinzip der Ethik ergeben, das letztlich weder in der Autonomie des Selbst noch in den Bedürfnissen der Gesellschaft begründet wäre, sondern in einer objektiven Zuteilung seitens der Natur des Ganzen.« (Jonas 1973:341)

Wie bereits gesagt, erlaubt die utopische Philosophie Blochs im Gegensatz zu deterministischen Geschichtsmetaphysiken auch den Gedanken des Scheiterns. Auf dem Weg zu einer gerechteren, freieren und nichtentfremdeten Welt muß stets neu bestimmt werden, ob etwas zur Verwirklichung der konkreten Utopie führt.

Analytische versus dialektische Naturethik der Evolution (siehe Tab. 13)

Die Perspektiven Blochs, Bookchins und Jonas' eröffnen – im einzelnen in unterschiedlicher Weise – die Integration des Menschen und seiner Geschichte in die Natur, und zwar weder als Gegenpart zur Zivilisation noch als ausschließlich biologisches Phänomen der Evolution, sondern in ihrer Spezifik des Neuen und der Eingebundenheit in den Weltprozeß. Dabei wird das biologische Evolutionsverständnis durch den Prozeßbegriff in einer die Biologie bewußt überschreitenden naturphilosophischen Bedeutung aufgehoben. Die Evolutionskonzeption der analytischen Perspektive ist in ihrer Ablehnung eines Telos oder Sinns der Organisation der Materie nicht mit der dialektischen kompatibel. Dies betrifft auch moralphilosophische Begründungsfragen. In der Perspektive des kritischen Rationalismus, des Positivismus in der Tradition des Wertfreiheitspostulats von Max Weber (1917), können und dürfen Moral ebensowenig wie politische Ziele in die Untersuchung der Fakten der Evolution einbezogen werden. Die Trennung der Reiche des Faktischen und des Normativen ist selbst Programm im Sinne einer methodischen Norm. Moral kann im analytischen Ansatz allein dualistisch oder reduktionistisch als Produkt einer »unmoralischen« Evolution konzipiert werden. Im zweiten Falle aber wird das genuin moralische Moment, die bewußte Wahlmöglichkeit in der Handlung, aufgelöst.

In der analytisch-dualistischen Perspektive ist jede Annahme über zukünftige Richtungen der Evolution zumindest als spekulativ zurückzuweisen. Die Evolution hat keine vorbestimmte Richtung, ihre Produkte sind kontingent entstanden. Trotzdem legt die Sichtweise einer unvorhersehbaren Evolution

eine Interpretation im Sinne »undisturbed nature knows best« nahe, denn der natürlich-evolutiv entstandene Konnex erscheint als optimiert, zumindest aber funktional vorteilhafter als die zivilisationsgeschädigte Natur. Dennoch kann der Schutz von Evolutionsprozessen in dieser Perspektive nicht ohne problematische Zusatzannahmen begründet werden, denn die Bevorzugung der vom Menschen unbeeinflussten Prozesse ist auf der Begründungsebene als Moralprinzip widersprüchlich und grundsätzlich problematisch: Eine normative Aufwertung des Koevolutions-, Lebensgemeinschafts-, Ökosystem- oder Symbiosegedankens ist nicht naturwissenschaftlich begründbar. Die analytisch-dualistische, erkenntnis-skeptische Position kann unter der Annahme innerer Konsistenz nicht einen Wert (in) der Natur unabhängig vom Menschen fordern. Der Standpunkt eines Selbstwerts der Natur ist in diesem Ansatz rational weder intersubjektiv begründet noch begründbar. Dagegen bietet die mit subjektivem Erleben verbundene Konzeption eines Eigenwerts der Kontinuität des Lebendigen ebenso einen Grund für einen generellen Schutz aller evolutiven Produkte wie das instrumentelle Argument möglicherweise in der Zukunft nutzbarer Vielfalt. Die moralische Bevorzugung der vom Menschen unbeeinflussten Evolutionsprozesse jedoch widerspricht nicht nur den in Kulturlandschaften sehr wohl wertgeschätzten anthropogenen Prozessen. Vielmehr speist sie sich aus einem unreflektierten und unangemessenen Biologismus sowie einer misanthropischen Ideologie.

Wer dagegen aus einer dialektischen Perspektive von der Evolution als Schutzgut spricht, entwirft ein im besten Sinne des Begriffs utopisches Szenario der Zukunft, einer Zukunft des gelungenen Mensch-Natur-Verhältnisses, von dem Ernst Bloch als »Heimat« (Bloch 1959:1628) gesprochen hat. Diese Idee einer Potentialität, die sich im Evolutionsprozess zeigt, die sich selbst in den Prozeß eingeschrieben hat, liegt in der Rede vom Schutz der Evolution als Ziel im Naturschutz. Die Unmöglichkeit einer objektiven Moral (in) der Natur besteht in der dialektischen Sicht nicht. Allerdings wird der normativ aufgeladene Prozeßgedanke bei Bookchin und Jonas unzulässigerweise aus der Natur selbst, aus dem Prinzip des Fortschritts in der Geschichte der Natur, abgeleitet. Nach Bloch dagegen kann dies nicht anhand der Tatsachen einer evolvierenden Natur nachgewiesen werden. Vielmehr entstammt die Affirmation des Prozeßgedankens explizit einer normativen Prämisse:

»Dies ist der humane Grund des realen Humanismus, sich kosmologisch zu erweitern, die gesellschaftliche Utopie durch eine Naturutopie zu ergänzen und zu fundieren.« (Braun 1989:206)

Tab. 13: Evolution und das Mensch-Natur-Verhältnis in analytisch-dualistischer und utopisch-dialektischer Perspektive

	analytische Perspektive	dialektische Perspektive
Richtung / Ziel der Evolution	unerkenntbar / unmöglich	vorhanden: <i>Komplexität, Diversität, Gesellschaft</i>
Sinn der Evolution	nicht nur unerkenntbar, sondern objektiv unmöglich; religiöse metaphysische Spekulationen	Entstehung von Menschen und humaner Gesellschaft
Werte in der Natur	nicht objektiv beschreibbar	objektiv vorhanden
Evolutionäre Prinzipien als Leitlinien?	instrumentell für Technik/Ökonomie	instrumentell für Technik/Ökonomie
Ungestörte Evolution als Vorbild und Ziel?	ja: natürliche Selektion erzeugt Optimierung	nein: sinnlos
Trennung Mensch vs. Natur		
a) in der biologischen Evolution	nicht vorhanden	vorhanden als neue »Stufe«
b) Kulturwesen vs. Naturwesen Mensch	völlig getrennt oder »alles Biologie«	Trennung sinnlos
Ethikbegründungen	Anthropozentrik <i>versus</i> Physiozentrik	Alternative Anthro- oder Physiozentrik sinnlos

In der utopisch-dialektischen Sichtweise hat weder die Natur als alleinige Lehrmeisterin noch als eine dem Menschen gegenüberstehende Schutzbedürftige einen Sinn, da die Trennung der Natur vom arbeitenden Menschen als positivistisches Konstrukt gilt. Ihr eigener Entwurf ist auf Menschen, auf die Interaktionen zwischen Menschen in der Gesellschaft hin ausgerichtet:

»Jedes Denken des Noch-Nicht aber geht zuerst wie zuletzt auf das Unsere hin. Hat dazu einen weiten Blick, einen gemäß seiner Sache konkret-utopisch arbeitenden.« (Bloch 1970:236).

Mit dem anzustrebenden gerechten Umgang der Menschen untereinander soll gleichzeitig das ausbeuterische Verhältnis zur Natur aufgehoben werden. Selbst wenn Verknüpfung von Inhumanität mit Naturzerstörung, bzw. Humanität mit Naturschonung in der Wirklichkeit nicht automatisch besteht, weist sie richtigerweise auf die Bedeutung der Zusammenhänge von Politik, Gesellschaftsstruktur und Natur auch innerhalb der Naturethik hin. Einen Wert haben die Stammesgeschichte und evolutive Potentiale nicht an sich, sondern allein über die Bezüge zur menschlichen Praxis in einem weiten Sinne, die Naturwissenschaft *und* naturphilosophische Reflexion einschließt. Alle dialektisch-utopischen naturethischen Entwürfe sind – auch wenn Hans Jonas dies zuweilen anders gesehen hat – stets um den Menschen angelegt und mit dem Menschen anzulegen. Der instrumentelle Wert des aktuellen oder potentiellen Nutzens sowie der Eigenwert einer moralisch relevanten Beziehung von Menschen zu den anderen Einheiten des Evolutionsprozesses sind in der dialektisch-utopischen Perspektive enthalten und fundieren insofern eine Naturethik der Evolution besser als naturmetaphysisch unreflektierte analytisch-dualistische Positionen.

Fazit des Kapitels 12

- Der auf metaphysischen Ideen beruhende Begriff der »Großen Evolution« bietet kosmologische Sicherheit: er weist Menschen und Natur eine gemeinsame Geschichte im Werden der Welt zu – ein Sinnverstehen im Rahmen einer Kosmologie. Damit verbunden ist eine Zuneigung und ein Gefühl der Verantwortung aufgrund der genealogischen Nähe aller Organismen. In diesem Sinne wird ein Naturverständnis befördert, das Natur erstens nicht als das dem Menschen gegenüberstehende Andere interpretiert, und das zweitens Vorsicht im Umgang mit anderen Lebewesen einfordert, und insbesondere drastische anthropogene Umweltveränderungen kritisiert. Vielleicht läßt sich dies sogar als Geborgenheitsgefühl in Dankbarkeit gegenüber der Evolution interpretieren, die auch den Menschen hervorbrachte.
- Solche naturmetaphysischen Überlegungen zum Sinn der Evolution können ebensowenig wie andere säkular-kosmologische oder religiöse Gewißheiten in einer pluralistischen Gesellschaft als verbindlich akzeptiert werden. Für naturethische Entwürfe bedeutet dies, daß man sich im Bewußtsein einer großen Erzählung der Natur dem Schutz evolutiver Potentiale anschließen kann in Form einer werthafter Beziehung zum Evolu-

tionsprozeß und dessen anderen Produkten. Die normative Aufwertung des Koevolutions-, Community oder Symbiosegedankens ist allerdings nicht aus der Naturwissenschaft begründbar. Im einzelnen konfliktieren die Implikationen unterschiedlicher Ideen zur Begründung eines Schutzes der Evolution; übergeordnete Prinzipien müssen in jedem Fall kontextabhängig konkretisiert werden.

- Der teleologisierende Begriff eines Schutzes der Evolution um ihrer selbst Willen legt den Schutz der Natur und ihrer Prozesse möglichst jenseits und möglichst getrennt von allen menschlichen Einflüssen nahe. Im Naturschutz ergibt sich daraus ein Reservatsdenken und die scharfe Abgrenzung von der Nutzung durch Menschen, sei es wasser-, land- und forstwirtschaftlich oder touristisch. Wie ausgeführt, ist eine solche Idee nicht nur völlig unpraktikabel, sondern sie ignoriert allgemein als schützenswert eingeschätzte Objekte Gebiete, weil diese ihre Existenz allein dem Eingreifen des Menschen verdanken.
- Der auf Fehlerfreundlichkeit und Zukunftsoffenheit zielende Evolutionsbegriff orientiert sich gerade an der durch die menschliche Nutzung und durch die Evolution imitierenden Ansätze erzeugten und aufrechterhaltenen Vielfalt. Schutz genetischer Vielfalt im agrarischen und forstlichen Bereich sowie der Aufruf für klug gemanagte Natur- wie Kulturlandschaften ergeben sich aus dieser Position.
- Die Rede über eine moralische Relevanz von Evolutionsprozessen oder -produkten setzt Naturmetaphysik voraus. Scheinbar metaphysikfreie analytisch-dualistische Positionen, die vorgeblich rein naturwissenschaftlich argumentieren, verfallen den Schwierigkeiten des Biologismus und unreflektierter misanthropischer Ontologisierungen.
- Die utopisch-dialektische Sichtweise sieht weder in der Natur als Lehrmeisterin noch in der Natur als der dem Menschen Gegenüberstehenden einen Sinn. Ihr eigener ontologisch voraussetzungsvoller Entwurf ist auf Menschen, auf die Interaktionen zwischen Menschen und Natur in der Gesellschaft hin ausgerichtet und der richtige Umgang innerhalb der Menschen wird als Nebeneffekt (»Nebenwiderspruch«?) auch die Probleme der Naturnutzung lösen können. Eigenwert hat Evolution als Stammesgeschichte allerdings hier *allein* in ihrem Bezug zu Menschen.

13 Evolution als Handlungsanleitung und Naturschutznorm?

Ausgangspunkt dieser Studie war die Frage, in welcher Weise die Rede von der Evolution und evolutionsbiologische Erwägungen normative Wirksamkeit im Naturschutz entfaltet haben und inwiefern diese begründet und begründbar ist. Die Untersuchung der Evolutionstheorie als Handlungsanleitung sowie der evolutionsbezogenen Naturschutznormen wurde unter der Voraussetzung einer idealtypischen Trennung von Fakten und moralischen Normen vorgenommen, die dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisideal zugrundeliegt. Einführend habe ich die Probleme und Verknüpfungsmöglichkeiten von Naturwissenschaft und Ethik aus der Perspektive einer Ethik in den Wissenschaften systematisch entwickelt. Die daraufhin ausführlich dargestellten und diskutierten unterschiedlichen Facetten des Begriffs der Evolution sollen in komprimierter Form nunmehr den fünf Bereichen (siehe Kap. 2, Tab. 1) zugeordnet werden, in denen Naturwissenschaft und Ethik sich berühren (Tab. 14).

1. Der Naturwissenschaft widersprechende oder komplementäre Deutungen

Die Annahme eines göttlichen Plans der Evolution und eines göttlichen Auftrags zur Erhaltung kann aufgrund des Charakters als religiöse Aussage nicht zum naturwissenschaftlich fundierten Teil einer Naturethik gehören. Nur insofern jene nicht dezidiert der Evolutionstheorie widerspricht, kann sie als kompatibel mit dem wissenschaftlichen Naturschutz gelten (Kap. 7). Weiter sind die gerade von Biologen in der Nachfolge von Konrad Lorenz geäußerte Unterscheidung von natürlicher »Evolution« und zivilisatorischer »Devolution« sowie die Idee des Potentials einer Landschaft keine *biologischen* Charakterisierungen, sondern Ideologie (Kap. 9, 12). Auch »Fortschritt zu mehr Vielfalt« in der Evolution ist kein biologisches Konzept, das rein naturwissenschaftlich festgelegt werden könnte (Kap. 11, 12).

2. *Konsistenz und Kohärenz wissenschaftlicher Erkenntnisse; normative Fehlschlüsse*

Nicht jede ökologische Veränderung in der Zeit ist Evolution, und insbesondere bei der Integration von Evolutionsbiologie und Ökologie werden entscheidende Differenzen sichtbar: Ökosysteme und Lebensgemeinschaften »evolvierten« nicht, denn sie stellen keine Abstammungslinien dar; vielmehr verändern sie sich in der Zeit. Allein der Organismus ist als *Einheit* Teil genealogischer, ökologisch-biotischer und ökosystemarer Hierarchien. Insofern bilden Organismen die Schnittstelle zwischen Evolutionsbiologie und Ökologie (Kap. 3, 11). Im Begriff der Biodiversität verschwimmt die Bedeutung des Organismus, weil Diversität unterschiedslos auf alle lebenden Systeme bezogen wird und weil zuweilen genetische Diversität als hinreichende Erklärung der Formenvielfalt herangezogen wird (Kap. 6, 10).

Evolutionsbiologische Aspekte zur Erklärung des Mitgefühls oder gar der Verantwortung für die Natur überzeugen nicht. Als biologisches Konzept ist »Biophilia« viel zu unbestimmt und im schlechten Sinne spekulativ. Eine genetische »Veranlagung zum Naturschützen« kann nicht belegt werden, und selbst im Falle der Bestätigung solcher Neigungen wären daraus keinerlei spezifische Naturschutznormen abzuleiten (Kap. 7.5).

Insgesamt gilt, daß Evolutionsprozesse als solche keine *moralische* Richtschnur menschlicher Handlungen bedingen (Kap. 7, 12). Daher können Vergleiche mit Evolutionsprozessen die Gentechnik weder legitimieren noch als moralisch unzulässig erweisen (Kap. 8). Ebenso wenig ist natürliche Evolution »besser« als anthropogene (Kap. 9, 12) und insofern kann kein bevorzugter Schutzauftrag für natürliche Prozesse aus der Evolutionsbiologie abgeleitet werden.

3. *Neue, »bessere« Forschungsansätze?*

Zur Frage nach Alternativen der Wissenschaft (Böhme 1993) seien folgende Aspekte angedeutet: Pluralismus und Kontextbezogenheit müssen nicht als vermeintliche Schwäche wenig generalisierender Wissenschaften gelten, sondern können als Stärke betrachtet werden, die eine Rekontextualisierung der Gegenstände ermöglicht. Dies gilt für die »naturalist's perspective« mit Fokus auf Singuläres und Kontingentes (Kap. 3.2, 6, 12.1) sowie die Vielfalt methodischer Zugänge in der Evolutionsbiologie (Kap. 3.3 und 8). Insbesondere die Biodiversitätsforschung kann die Fülle der Natur in den Blick einer »Wissenschaft von der Knappheit« bringen, wie sie die Evolutionsbio-

logie mit der Idee der natürlichen Selektion darstellt (Kap. 6). Der Blick auf die rein instrumentalistische Verfügbarkeit sowohl der Biodiversität als auch des Wissens über sie kann hier mit einer anderen Perspektive ergänzt werden. Ob aber mit dieser auch eine andere Methodologie und Praxis des Forschens beginnt und welcher Art »ganz neue« Ansätze sein könnten, bleibt offen.

Tab. 14: Fünf Perspektiven des Verhältnisses von Evolutionsbiologie und Naturschutzethik. Zu den Gliederungspunkten siehe Tab. 1 in Kap. 2.

Perspektive	Evolutionsbiologie und Ethik	Kap.
1. Der Naturwissenschaft widersprechende oder inkomensurable Deutungen	<ul style="list-style-type: none"> - Sicherung der Evolution als göttlicher Auftrag ist nicht in die naturwissenschaftliche Perspektive integrierbar - Das »Potential« der Landschaft hat nichts mit der »natürlichen« biologischen Evolution zu tun - Das Begriffspaar Evolution-Devolution ist rein ideologisch - Fortschritt der Evolution, auch im Sinne von stetiger Zunahme der Biodiversität ist kein naturwissenschaftliches Konzept 	7.1 9.1 9, 12 12
2. Kritische Prüfung wissenschaftlicher Erkenntnisse: - Konsistenz - Gültigkeitsbereich - naturalistischer Fehlschluß	<ul style="list-style-type: none"> - Die begriffliche Trennung von genealogischen und ökologischen Prozessen ist für die Theorie-Integration unerlässlich - Ökologische Systeme und Lebensgemeinschaften sind keine Einheiten der Evolution, denn sie haben keine Genealogie - Allein der Organismus ist als <i>Einheit</i> Teil genealogischer, ökologisch-biotischer und ökosystemarer Hierarchien - Biodiversität ist als theoretischer Begriff zu unterkomplex - Die Biophilia-Hypothese überzeugt nicht: eine genetische »Veranlagung« zum Naturschützen ist nicht belegbar - Evolutionsprozesse als solche können keine <i>moralische</i> Richtschnur menschlicher Handlungen sein - Vergleiche mit Evolutionsprozessen können Gentechnik weder legitimieren noch sie als moralisch unzulässig erweisen - Die natürliche Evolution ist nicht »besser« als anthropogene -> Ein Schutzauftrag ergibt sich nicht aus der <i>Evolutionsbiologie</i> 	3 3 3 6.1 7.3 7, 8 8 8, 9 12
3. Forderung nach »neuen« Forschungsansätzen	<ul style="list-style-type: none"> - Pluralismus und Kontextbezogenheit sind eine Stärke (keine Schwäche) in der evolutionsbiologischen Forschung - Biodiversitätsforschung bringt die Fülle in den Blick, nicht nur Knappheit und instrumentalistische Verfügbarkeit der Natur 	3.3, 8.4 6

4. Faktenkompatible <i>Interpretationen</i> hinsichtlich ethischer Fragen	<ul style="list-style-type: none"> - Die Betonung des Kontingenten, Einzelnen und der Differenz fokussiert auf die Historizität ökologischer und evolutiver Objekte und wertet diese in ihrer Bedeutung auf - Biodiversität verweist auf Fülle als moralisches Gut - Evolution als gemeinsame Geschichte aller Lebewesen ist im Rahmen einer Kosmologie <i>inhärent</i> wertvoll 	3.3 6 6 5-7 12
5. Prüfung von <i>Implikationen</i> für die Ethik	<ul style="list-style-type: none"> - Veränderlichkeit der Natur muß Grundlage naturethischer Reflexion sein - Die herausgehobene Rolle des Organismus gegenüber rein methodologischen Einheiten ist zu berücksichtigen - Die Erhaltung genetischer Vielfalt ist instrumentell notwendig, - die Erhaltung der Biosphäre als life-supporting-system ebenso - evolutive Potentiale implizieren einen Fokus auf organismische und phylogenetische, nicht allein genetische Vielfalt - Ziele einer statischen Erhaltung von Populationen und Lebensgemeinschaften auf kleinen Flächen sind sinnlos 	3, 4, 12 3, 11 5 10.2 10.3 3.3, 10

4. *Faktenkompatible Interpretationen hinsichtlich ethischer Fragen*

Die utopisch-dialektische Konzeption (Kap. 12.3) stellt eine komplementäre Sicht der Evolution dar, weil sie weder biologisch argumentiert noch den Erkenntnissen der Biologie widerspricht, sondern letztere *naturmetaphysisch deutet*. Die Betonung des Kontingenten, Einzelnen und der Differenz im Sinne der Diversität aller Lebensphänomene (Kap. 6, 12.1) bezieht sich auf die Historizität ökologischer und evolutiver Objekte und wertet diese in ihrer Bedeutung in einem moralischen Sinne auf: Biodiversität verweist dann auf Fülle als ein Gut (Kap. 6, 7). Evolution als gemeinsame Geschichte aller Lebewesen ist im Rahmen einer Kosmologie (Kap. 4, 6, 7) *inhärent* wertvoll, wenn sich Menschen eine moralische Beziehung zu ihr herstellen. Evolution wird dann zum Bezugspunkt einer über den biologischen Evolutionsbegriff hinausweisenden sinnstiftenden Erzählung der Geschichte der Natur und des Menschen (Kap. 12.1 und 12.3).

5. *Implikationen für die Ethik*

Aufgrund der unangemessenen Vorstellung einer »Balance der Natur« muß die Veränderlichkeit der Natur im Rahmen evolutiver und ökologischer Prozesse Grundlage jeder naturethischen Reflexion sein. Für den Naturschutz sollte das aber bedeuteten, auch anthropogene Veränderungen der Natur nicht

per se negativ zu assoziieren (Kap. 4). Ziele einer starren, »zeitlosen« Erhaltung von Populationen und Lebensgemeinschaften auf bestimmten kleinen Flächen sind sogar sinnlos (Kap. 3-4, 10). Evolutive Potentiale implizieren einen Fokus auf organismische und phylogenetische, nicht allein auf genetische Vielfalt. Dabei ist auch die herausgehobene Rolle des Organismus gegenüber rein methodologisch konzipierten Einheiten zu berücksichtigen, wenn es um die Bestimmung von Naturschutzzielen, aber auch von »moral patients« geht. Ganze Ökosysteme als Träger moralischer Werte zu bezeichnen, ist aus der geschilderten Perspektive heraus nicht begründbar.

Die Bedrohung der Evolution des Lebens »als solchem« durch anthropogene Veränderungen kann nicht im Rahmen gesicherter Erkenntnisse postuliert werden; ein Vergleich mit den erdgeschichtlichen Phasen massenhaften Aussterbens (Kap. 5) lehrt gerade, daß die Evolution auch nach solchen Ereignissen interessante Ergebnisse zeitigt – nicht zuletzt den *Homo sapiens* selbst. Nicht die Gefährdung der Evolution als ganzer, sondern vielmehr die Bedeutung einzelner Taxa und lokaler Unterschiede ist es, was evolutionsbiologische Betrachtungen lehren können. Trotz der instrumentellen Bedeutung der Vielfalt in von Menschen genutzten und auch gerade der in ihrer »Unberührtheit« nutzbringenden ökologischen Systemen ist aber nicht »jede« Art in diesem Sinne unverzichtbar. Unverzichtbar im moralischen Sinne werden »alle« Repräsentationen der Evolution nur durch Zuweisung eines inhärenten Werts, der naturmetaphysische und persönliche Stellungnahmen voraussetzt. Die zugrundeliegenden Prozesse sind nicht als Ziel, sondern als Mittel relevant, gerade wenn die Veränderlichkeit der Natur betont werden soll. Die Idee, möglichst wenig drastisch in Evolutionsprozesse einzugreifen, kann nicht allein von der Naturwissenschaft festgelegt werden, sondern sie hängt von raumzeitlich spezifischen Zielen ab, welche Taxa, Lebensgemeinschaften und ökologischen Systeme es sind, die erhalten und/oder sich selbst überlassen werden sollen (Kap. 8, 9). Die Erhaltung biologischer Vielfalt ist instrumentell für menschliche Gesellschaften notwendig, ebenso die Erhaltung der Biosphäre als globales lebenserhaltendes System. Für eine moralische *und* politische Kritik bestehender Land(über)nutzungen, Zerstörungen, ökonomistischer Verkürzungen und kapitalwachstumsfixierter Praktiken existieren somit gute Gründe.

Konsequenzen für Naturschutzpraxis und Ethik

Das Naturschutzziel einer Erhaltung evolutiver Prozesse umfaßt mehrere Aspekte, die aus unterschiedlichen Kontexten stammen:

- *Kulturpflanzen- und Nutztierzucht*: Im Zusammenhang mit einer an Kriterien der Nachhaltigkeit, der biologischen Vielfalt und der Funktionsfähigkeit ökologischer Systeme ausgerichteten Landwirtschaft ergibt sich, *Sortenvielfalt in situ zu erhalten*. Diese Forderung wird seit den Entdeckungen der Vielfalt innerhalb der Kulturpflanzen und ihrer Vorläufer durch Vavilov erhoben. Das dramatische Ausmaß des Verschwindens von Landsorten als Grundlage der Kulturpflanzenzucht betont nachdrücklich diese evolutionsbiologisch gut fundierte Forderung. Die moralische Verpflichtung, Kultursortenvielfalt und deren evolutive Weiterentwicklung unter Selektionsbedingungen im Freiland zu erhalten, ist also vom Nutzen her begründet. Ernstzunehmende Gegenargumente liegen nicht vor. Naturschutz und die Erhaltung regionaler und lokaler Kultursortenvielfalt schließen sich nicht aus, sondern sind gemeinsame Elemente eines wohlverstandenen Kulturlandschaftsschutzes.
- *Schutz evolutiver Potentiale*: Diese Forderung ist in bezug auf wildlebende Organismen differenziert zu betrachten. Sie ist in dem Sinne obsolet, als Evolutionsprozesse ohnehin stattfinden, und daher wird es nötig, genauer zu spezifizieren, welche Entfaltungsmöglichkeiten welcher biologischen Einheiten geschützt werden sollen und warum.
 - a) Zum einen ist die Forderung nichts anderes als die Forderung nach Schutzgebieten, die möglichst ohne Einwirkung des Menschen sich selbst überlassen werden sollen. Dies entspricht der seit dem 19. Jahrhundert aufgeworfenen Forderung nach Erhaltung einer Wildnis mit dem Motto: »Laßt der Natur ihren (unbeeinflußten) Lauf!«.
 - b) Zum anderen implizieren »evolutive Potentiale« die Erhaltung bestimmter Populationen von Organismen in einem bestimmten Gebiet *unabhängig* davon, ob und wie stark dieses anthropogen geprägt ist. Auf der praktischen Ebene wird hier zunächst nach der notwendigen Mindestpopulationsgröße gefragt. Nicht biologisch begründbar ist aber, warum eine bestimmte Population in diesem Gebiet überhaupt erhalten werden soll. Hier wird die Argumentation auch mit einem allgemeinen Verweis auf die Notwendigkeit der Erhaltung biologischer Vielfalt schwierig. Vor allem bei naturschützerisch relevanten und biogeographisch »interessanten« Popula-

tionen am Rande ihres Verbreitungsgebietes kann meist nicht gezeigt werden, daß Populationsprozesse, Artbildung oder genetischer Austausch wichtig »für die Evolution« sind, weil nicht klar ist, inwiefern die Erhaltung der bestimmten Population bedeutsam ist. Dieses Argument gilt sogar für Schlüsselarten (»key species«), wenn sie methodologische und symbolische Stellvertreter und Indikatoren für ein Leitziel sind, das eine bestimmte Ausstattung des Gebietes oder eine bestimmte ökologische Funktion der angestrebten Lebensgemeinschaft betrifft. Nicht selten dürfte für Mitteleuropa die angestrebte naturräumliche Ausstattung das Ziel ausschließen, völlig unbeeinflusste Evolution zuzulassen. »Sicherung der Evolution« bedeutet vielmehr letztlich die Sicherung der Fortentwicklungsmöglichkeiten raumzeitlich bestimmter und im einzelnen zu bestimmender Populationen von Organismen in ihrem ökologischen Kontext.

- *Naturmetaphysik*: Mit der Forderung nach Erhaltung evolutiver Potentiale ist eine bestimmte moralisch gehaltvolle ontologisierende Naturauffassung verbunden. Sie bewegt sich als naturwissenschaftliche Erzählung im Zwischenbereich zwischen Erklären und Deuten. Zum einen wird – in der Sprache der Biologie – die zusammenhängende genealogische Kette aller Lebewesen betont, welche es als ungerecht erscheinen läßt, unsere mit-evolvierenden Lebewesen auszurotten. Dies betrifft ausdrücklich zunächst alle Lebewesen, und zwar im positiven Sinne eines affirmativen Verständnisses der Organismen als Vorfahren und derzeitige Koevolutionspartner der Menschen. Eine für alle Beteiligten zwingende Begründung dieses Wertes ergibt sich nicht aus dem Evolutionsprozeß selbst, sondern jener ist Resultat einer Wertschätzung durch Menschen. Ebenso wenig wie religiöse Gewißheiten können jedoch naturmetaphysische Annahmen in einer pluralistischen säkularen Gesellschaft als verbindlich akzeptiert werden; sie sollten aber als freiwillig übernommene Identifikationsangebote ihren Platz haben, sofern sie das Toleranzgebot erfüllen.

Der Verweis auf »die Evolution« bietet eine kosmologische Sicherheit, er weist sowohl dem Menschen als auch der sonstigen Natur einen Ort, eine Geschichte, ein Verstehen im Rahmen eines Weltbildes zu. Diese Art von Verständnis ermöglicht die Ausbildung einer »Zuneigung«, eines Gefühls der Verantwortung aufgrund von genealogischer Nähe aller Organismen. In diesem Naturverständnis ist die Natur nicht das dem Menschen gegenüberstehende Andere, und es erscheint als Verpflichtung, Rücksicht und Vorsicht im Umgang mit allen Lebewesen walten zu lassen.

- *Verantwortung für die Evolution*: Der Ausgangspunkt dieser Debatte um Biodiversität war dezidiert anthropozentrisch, inzwischen aber ist im Kern der Argumentation eine physiozentrische Figur wirksam. Selbst bei derzeit nutzlos erscheinenden Arten wird deren evolutives Potential als intrinsisch wertvoll angesehen. Es gibt Arten, die weder zum nicht-instrumentellen Wohl und der Erbauung des Menschen beitragen noch als Bausteine hochkomplexer, interdependenter Ökosysteme oder des evolutiven Geschehens nötig sind. Wird das Argument der Vernetztheit und damit verbundenen Unverzichtbarkeit jeder Art ins Feld geführt, so muß es als spekulativ und wissenschaftlich nicht belegbar ausgewiesen werden. Gleichwohl ist es ernst zu nehmen als Anzeichen eines neuen Naturverständnisses im Rahmen möglichst vorsichtigen Umgangs mit der Natur. Weder anthropozentrisch noch physiozentrisch, sondern im Bewußtsein der Interaktion zwischen Menschen und Natur läßt sich ein Eigenwert natürlicher Objekte konzipieren, der die Trennung Mensch – Natur aufzuheben versucht. Solche Ansätze greifen notwendig in naturmetaphysische Felder der Reflexion aus.

Die geschilderte Zuordnung der Argumente zu unterschiedlichen Aspekten der Debatte und die Prüfung wissenschaftlich gesicherter und argumentativ konsistenter Begründungen kann auch dann durchgeführt werden, wenn von der Gesamtwirkung her die präzise Trennung von wissenschaftlicher, normativer und intuitiver Ebene nicht mehr deutlich ist. Das einschlägige Beispiel dafür ist der Biodiversitätsbegriff (siehe Kap. 6). Die Plausibilität eines wissenschaftlich eher simplen Konzepts und das transportierte Naturverständnis mit metaphorischen und normativen Elementen zusammen entfalten als »emergentes Phänomen« die geschilderte politische *und* naturmetaphysische Suggestivität.

Eine sich auf die Evolution beziehende Naturschutzethik steht vor einer großen Bandbreite von Verknüpfungsmöglichkeiten im Rahmen eines anscheinend kategorischen Imperativs: »Handle so, daß Du stets zum Mehren der evolutiven Optionen beiträgst und nie zu deren Minderung!« Ebenso könnte diese Maxime evolutionstheoretischer Erwägung aus einem utilitaristischen Gesamtnutzen-Maximierungsprinzip entwickelt werden. Doch bereits Norman Myers (1979) hat darauf hingewiesen, daß im einzelnen kaum entscheidbar ist, welche Arten, Lebensgemeinschaften oder Ökosysteme die evolutiven Optionen besonders erweitern, welche organismischen oder gene-

tischen Ressourcen zu fördern und erhalten, bzw. welche zu opfern wären. Der Versuch einer wissenschaftlichen Zuweisung zukünftiger Bedeutung für die Evolution macht überhaupt keinen Sinn – außer man weiß schon, was man nutzen will (z.B. Landsorten von Kulturpflanzen, Arzneipflanzen, Tiere). Aber dann ist gerade das Argument der noch offenen Potentialität nicht mehr stichhaltig. Für die naturschutzethische Diskussion schlage ich daher vor:

- Es ist Zeit, den fruchtlosen Streit um Anthropozentrik *versus* Physiozentrik aufzugeben, indem die impliziten Vorannahmen thematisiert werden und die gemeinsame Perspektive von menschlicher Zivilisation und Natur hervorzuheben. Die vermeintlichen Selbstwerte der Natur sind relationale Eigenwerte der Beziehung zwischen Menschen und Objekten (in) der Natur. Für juristische Fragen/Gesetzestexte bestehen noch andere begriffliche und inhaltliche Schwierigkeiten die gesondert zu diskutieren sind (vgl. Hampicke 1995, Ott 1996).
- Es sollten Flächen zur Ermöglichung unbeeinflusster evolutiver Prozesse nicht als ökologisch-evolutionsbiologische Überlebensnotwendigkeit eingefordert werden, sondern vielmehr als regionalspezifisch relevante, inhärent wertvolle Objekte der Anschauung und Aufrechterhaltung evolutionär entstandener Vielfalt.
- Evolution ist ein faszinierendes Phänomen, aber kein Vorbild für den menschlichen Umgang mit der Natur, es sei denn, extern ausgewiesene Ziele werden instrumentell durch ein Kriterium wie Fehlerfreundlichkeit operationalisierbar und beurteilbar.

Kritische Analyse naturwissenschaftlicher Theorien: konstruktiv oder kontraproduktiv für Naturschutz und Ethik?

Die kritischen Bemerkungen zur strategischen Rolle moralphilosophischer Naturschutzbegründungen (siehe Kap. 2.2) beziehen sich in analoger Weise auch auf naturwissenschaftliche Argumente. Aber vielleicht noch mehr als bei ethischen Fragen scheint eine Analyse und kritische Würdigung theoretischer Schwächen oder unausgewiesener normativer Prämissen der naturwissenschaftlichen Fachbeiträge kontraproduktiv zum angestrebten Zweck der Stärkung des Naturschutzes.

Niemand bestreitet ernsthaft, daß es mit dem Zustand der Umwelt nicht gut bestellt ist, daß Naturschutz nottut und daß es Einschränkungen menschlicher

Nutzung und Zerstörung der Natur geben muß, die gleichzeitig praktisch operationalisierbar und politisch durchsetzbar sind. Bei der Frage, welche natürlichen Prozesse in welcher Form handlungsrelevant sind, gibt es im einzelnen aber fast keine ökologische Theorie, die nicht von anderen Ansätzen entweder in ihrer Gültigkeit bezweifelt oder eingeschränkt wäre. Wie soll also mit der unsicheren Wissensbasis im Rahmen des Naturschutzes und der Naturethik umgegangen werden?

Was können die in dieser Untersuchung vorgelegten Differenzierungen, Reflexionen und Kritiken bezüglich der Uneinheitlichkeit naturwissenschaftlicher Theorien, der versteckten normativen Prämissen und möglicherweise unerwünschten Implikationen leisten, um die Situation des Naturschutzes zu verbessern? Allzu *konkrete* Handlungsanweisungen im Namen der Wissenschaft auszusprechen, wird weder der Wissenschaft noch dem Naturschutz gerecht. Die theoretische Reflexion weist auf Schwierigkeiten hin, die in der Praxis dem Naturschutz als scheinbar wissenschaftlich schlecht informiert oder inkompetent Schaden zufügen können, und die sich vorab vermeiden lassen. Im Gegensatz zur empirischen Wissenschaft, in der kühne Hypothesen und deren Falsifikationsversuche geradezu erwünscht sind, sollten Hypothesen als Grundlage der Handlungsanweisungen im Naturschutz möglichst sicher eintreffen und dem Spiel von (kühnem) Versuch und (aufschlußreichem) Irrtum entzogen sein. Die Berücksichtigung solcher prinzipiellen Unterschiede stärkt den Naturschutz in seiner Eigenständigkeit. Mit der wohlverstandenen Einschränkung des Geltungsbereichs wissenschaftlicher Aussagen gewinnt der Naturschutz, indem er sich anderen Zugängen als allein den naturwissenschaftlichen öffnet. Der Verweis auf evolutionäre Verbundenheit und Kontextualität ist ein gutes Argument in der naturethischen Reflexion, nicht aber in erster Linie als ein wissenschaftliches. Mein Versuch kritischer Würdigung naturwissenschaftlicher Aussagen im Naturschutz ist wissenschaftsethisch *und* strategisch motiviert:

- Das wissenschaftliche Ethos gebietet, stets den Gültigkeitsbereich und die Unsicherheit einer Aussage zu reflektieren und mitzuteilen. Bewußte Über- oder Untertreibungen müssen aus Prinzip vermieden werden, selbst wenn sie einer vermeintlich guten Sache dienen.
- Kritische Reflexion ist ein Mittel zur Verbesserung wissenschaftlicher Qualität.

- Langfristig dürften übertriebene Versprechungen ebenso wie Drohungen kontraproduktiv zu sein. Dies wird beispielsweise durch die inzwischen vorherrschende Ignoranz zum Thema Waldschäden als Reaktion auf übertriebene Horrorszenarien Anfang der 1980er Jahre illustriert.
- Kritische Reflexion begegnet den Gefahren der Expertokratie, insofern die Skepsis gegenüber der Endgültigkeit fachlicher Urteile eine möglichst weitgehende Information, Partizipation und Meinungsbildung aller Betroffenen erfordert.
- Kritische Reflexion beruft sich trotz aller eingeräumten Aporien auf die Tradition der Aufklärung, die fordert, daß sich jede und jeder des eigenen Verstandes bedienen solle und sich aus Unmündigkeit und Unterdrückung befreie. In diesem Sinne steht das, was ich kritische Reflexion nenne, konträr sowohl zum Kultur- als auch zum Naturpessimismus. Weder das Ende der Geschichte noch das Ende der Evolution sind angebrochen.

Für den Versuch einer Synthese bedeutet dies, die Beschränkungen wissenschaftlich begründeter Evolutionskonzepte zur Kenntnis zu nehmen und gleichzeitig den Rahmen ihrer möglichen und ihrer unerlaubten Interpretationen anzugeben. Eine strittige Zuordnung zur Rubrik »naturwissenschaftlich belegt« zwingt noch nicht, den Aspekt zu verwerfen, sondern vielmehr zu einer möglichen (Re-)Kontextualisierung in einem anderen Rahmen, meist dem eines umfassenderen Naturverständnisses. Wenn Evolution normativ als zu schützend gedacht wird, repräsentiert sie entweder die »Optimalität der natürlich evolvierten Natur« als Gegensatz zur zivilisationsgeprägten oder die prozeß- und fortschrittsorientierte »Utopie eines Noch-Nicht-Seienden«. Erstere Position kann das Schutzziel »Evolutionsprozesse erhalten« nicht widerspruchsfrei begründen und transportiert implizit metaphysische und ideologische, misanthropische Unterstellungen über die »Natur« des Menschen in der Zivilisation. Zweitere verfällt nicht dem problematischen und wenig hilfreichen Dualismus anthropozentrischer oder physiozentrischer Naturschutzbegründung, setzt aber eine strittige Naturmetaphysik voraus. Die Rede über Evolution, Ethik und Naturschutz kommt nicht an solchen Debatten vorbei. Ein Verzicht auf diese Auseinandersetzung durch Rückzug auf die Scheinsicherheit metaphysikfreier Naturwissenschaft wäre vor dem Hintergrund des Dargestellten sachlich unangemessen. Wer über die Evolution im Kontext des Naturschutzes redet, darf von ihrer oder seiner zugrundeliegenden Naturmetaphysik ebensowenig schweigen wie von der

Politik. In jeder Naturethik gehen die Werte durch den Menschen und seine Ideen einer gerechten Welt unter Einschluß der natürlichen Gegebenheiten ein. Auch die Werte der Natur entstehen in der Sphäre des Gesellschaftlichen, der politischen Praxis, und weisen auf diese zurück.

Zusammenfassung

Das Verhältnis von Evolutionsbiologie, Ökologie, Naturschutz und Ethik wird in dieser wissenschaftsethischen Untersuchung aus mehreren Perspektiven dargestellt: Biologietheoretisch geht es um die Integration von Evolutionsbiologie und Ökologie sowie deren Relevanz für die Naturschutztheorie (Teil I). Eine ideengeschichtliche metaethische Analyse ist der Genese und der unterschiedlichen Herkunft des Evolutionsbegriffs in der Naturethik gewidmet, insbesondere hinsichtlich der Konzeptionen von »Verantwortung für die Evolution«, »Biodiversität« und »Biophilia« (Teil II). Die praxisorientierte ethische Bedeutung der Evolutionsbiologie steht im Mittelpunkt dreier Fallstudien: der Streit um die Natürlichkeit und moralische Erlaubtheit der Gentechnik, die Ideen zum Prozeßschutz und zur Erhaltung evolutiver Potentiale sowie die Rolle genetischer Aspekte im Naturschutz (Teil III). Abschließend werden die naturwissenschaftlichen und naturphilosophischen Hintergründe unterschiedlicher normativer Aufwertungen von Evolutionsprozessen diskutiert und beurteilt (Teil IV).

Nach einem einleitenden Themenaufriß, der Explikation der Fragestellung und Begriffsfestlegungen (Kap. 1) wird das Verhältnis von Naturwissenschaft und Ethik aus der Perspektive einer »Ethik in den Wissenschaften« zunächst allgemein bestimmt. Fünf verschiedene Aspekte charakterisieren die Bedeutung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für die Naturethik. Die Spanne reicht von der Ablehnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in der Ethik bis hin zu zwingenden ethischen Implikationen bestimmter Theorien. Als ein Resultat der Analyse des Bewertungsbegriffs wird deutlich, daß Evolutionsbiologie auf drei Ebenen für den Naturschutz relevant ist. Die naturwissenschaftliche Ebene betrifft die Verknüpfung von Evolutions- und Ökologietheorie und deren Implikationen für die Naturschutztheorie. Die ethische Ebene umfaßt zum einen faktenorientierte Begründungen einer evolutionsbiologischen Notwendigkeit für Naturschutz, zum anderen Fragen nach der Sicherung natürlicher Evolutionsprozesse als Ziel des Naturschutzes. Die

operationale Ebene hat mit einer evolutionbezogenen Begründung und Planung konkreter Naturschutzmaßnahmen und -strategien zu tun (Kap. 2).

Der Begriff der Evolution wird in Ökologie und Naturschutz – aber nicht nur dort – zunächst allgemein mit Veränderung in der Zeit assoziiert. Vor allem in den letzten zwanzig Jahren sind die Veränderlichkeit ökologischer Systeme und die ihr zugrundeliegenden Evolutionsprozesse thematisiert worden. Dies war nicht immer so, denn zuvor war die Debatte, sofern der Begriff der Evolution eine Rolle spielte, auf evolutionäre Hintergründe ökologischer »Stabilität« (Konstanz, Resilienz und Persistenz) fokussiert. In diesem Sinne wird die Evolutionsbiologie also stets herangezogen, um ökologisch als relevant angesehene Phänomene in einen umfassenderen Theoriekontext einzubetten. In einer theoretischen Analyse zeigt sich aber, daß allein der Rekurs auf Entwicklungsdynamik und Veränderlichkeit ökologischer Systeme nicht notwendig die historisch-genealogische Perspektive der Evolutionsbiologie bedingt – weder in einem individualistischen noch einem organizistischen Ansatz der Ökologie. Vor allem bleiben Versuche der Integration von Evolutionsbiologie und Ökologie durch einseitige Fixierung auf bestimmte Fokaleinheiten der Ökologie (Population oder Lebensgemeinschaft oder Ökosystem) ohne befriedigendes Ergebnis. Sofern Energieoptimierung im (Öko)System als der alles bestimmende Faktor verstanden wird, verliert der evolutionsbiologisch fundamentale Prozeß differentiellen Fortpflanzungserfolgs sein Primat. Strittig für jede Integration bleibt also, ob differentielle Reproduktion oder Energieoptimierung als ultimate evolutionäre Ursachen verstanden werden. Eine theoretisch gehaltvolle Synthese dieser beiden Ansätze steht noch aus. Zentrale Bedeutung kommt dem Organismus als Einheit und Schnittstelle evolutionärer (genealogischer), ökologisch-biotischer (interaktionsbezogener) und – allerdings eingeschränkt – ökosystemarer (biotischer plus abiotischer) Hierarchieentwürfe zu; hier liegt ein lohnenswerter Ansatzpunkt für weitere Forschungen (Kap. 3).

Die Quellen der heutigen Verknüpfungsweise von Veränderlichkeitsidee und Evolutionsbegriff im Naturschutz speisen sich aus unterschiedlichen Kontexten; sie sind daher als unterschiedliche Denkstilelemente zu bezeichnen: Nach dem Scheitern der Diversitäts-Stabilitäts-Hypothese in ihrer allgemeinen Form (als Aussage über die generelle kausale Verknüpfung von Artenreichtum und Stabilität des Systems) und deren Differenzierung in spezifischere Hypothesen haben Theorien in der Ökologie insbesondere die Bedeutung von Nicht-Gleichgewichtszuständen, natürlichen »Störungen«

und skalenabhängigen kleinräumigen Veränderungen herausgearbeitet. Damit wurde die Sicht der Natur insgesamt dynamisiert und dem Evolutionsgedanken geöffnet. Ökologische Systeme erscheinen nunmehr kontingenter kontextspezifischer Veränderlichkeit unterworfen, die mit der Einzigartigkeit evolutionärer Ereignisse verknüpft ist (Kap. 3). Dazu kam die Sichtweise globaler biogeochemischer Interaktionen ebenso wie der globalen Bedrohung von Arten, Lebensräumen und Ressourcen (Kap. 4). Populations- und Kulturpflanzengenetik haben die Sortenverarmung und den Verlust genetischer Ressourcen sowie den Rückgang wildlebender Arten dokumentiert und so die evolutionäre Verknüpftheit und Bedingtheit allen Lebens hervorgehoben (Kap. 5). Daraus entstammt die Idee einer Verantwortung für die Evolution, welche dann auch die Biodiversitätsdebatte prägt (Kap. 6). Kosmologien und normative Weltentwürfe auf der Grundlage eines metaphysisch erweiterten Evolutionsbegriffs entstanden als Reaktion auf die als global wahrgenommene Bedrohung der Natur und des Menschen. Neue und politisch erfolgreichere Naturschutzbegründungen sollten auf der Grundlage eines neuen Naturverständnisses in der Ethik entwickelt werden. Es wird gezeigt, daß der Naturschutz aber keineswegs einer »ganz neuen« »biologischen« Ethik bedarf. Vielmehr sind die Versuche einer unkritischen naturwissenschaftlichen Fundierung theologischer, ökologisch-kosmologischer oder soziobiologischer Theoreme zur Reformulierung der Naturethik im Namen der Evolution ebenso charakteristisch für bestimmte Denkstile wie systematisch unzulänglich (Kap. 7).

Alle drei Elemente des Evolutionsbegriffs – Kontingenz, Vielfalt, Globalität – stammen im Kontext von Umwelt- und Naturschutz aus naturwissenschaftlichen Diskursen und beanspruchen deren Verbindlichkeit, gerade weil sie bereits innerhalb der naturwissenschaftlichen Literatur mit normativ aufgeladenen Handlungsanweisungen und -appellen transformiert wurden. Die wissenschaftliche und auch gesellschaftspolitische Durchschlagskraft von Begriffen wie »Biodiversität« oder »natürliche Evolution« ist nur mit der spezifischen Kombination und Transformation der genannten Aspekte erklärbar, wobei Biodiversität als explizit naturschutzpolitischer Begriff mit kosmologischen Aspekten entstand (Kap. 6, 7). Der Verweis auf die globale Bedrohung der Natur durch den Verlust an Lebensräumen, Arten und genetischer Vielfalt hat insbesondere über den Biodiversitätsbegriff dem Anliegen des Naturschutzes Nachdruck und Dringlichkeit verschafft. Der damit verbundene Rekurs auf die Evolution und evolutionsbiologische Gesetzmäßig-

keiten scheint den Naturschutzbemühungen eine kosmologische Aufwertung zu ermöglichen: Ein dynamik- und prozessorientierter Naturschutz erhält durch das überzeitliche Naturgesetz der Evolution eine starke Begründung im Sinne eines wissenschaftlich legitimierten Welt- und Naturbildes. In diesem Zusammenhang ist aber auch von einer Re-Teleologisierung des Evolutionsgedankens nicht nur im Naturschutz zu sprechen: »Evolution – der Weg ist das Ziel!«.

Die Kombination naturwissenschaftlicher und metaphysischer Elemente findet sich auch in konkreten naturethisch relevanten Streitfällen und bestimmten Naturschutzkonzeptionen: In der Beurteilung der Natürlichkeit der Gentechnik spielt der Evolutionsbegriff eine zentrale Rolle, wobei Pluralität und auch Gegensätzlichkeit evolutionsbiologischer Aspekte deutlich hervortreten. »Evolution« ist dabei Chiffre für moralisch aufgeladene Bilder der Natur: eine »gute«, vor allzu tiefen Eingriffen zu bewahrende versus eine durch den Menschen zu zähmende. Die moralische Rechtfertigung ebenso wie die kategorische Verdammung der Gentechnik durch Verweis auf die Gentransferprozesse in der »natürlichen« Evolution verfallen dem Sein-Sollen-Fehlschluß. Hinsichtlich einer neuen Qualität möglicher ökologischer Gefährdungen argumentiert dagegen die gentechnikkritische Position überzeugender (Kap. 8).

In bezug auf die Erhaltung einer gestalteten Kulturlandschaft einerseits und das Zulassen möglichst ungehinderter Evolutionsprozesse andererseits besteht ein Zielkonflikt, der nicht zugunsten einer Seite entscheidbar ist. Der Versuch, alles, was man schützen will, in einem unbestimmten Sinn als Evolution zu bezeichnen, ist ebenso inkonsistent wie die Fixierung auf nicht-anthropogene Evolution als oberstes Vorbild und Leitziel. Die Erhaltung der Kulturlandschaft und die Sicherung vom Menschen unbeeinflusster Prozesse sind nebeneinander bestehende »mittlere Prinzipien« des Naturschutzes, die je nach Zielformulierung für konkrete Gebiete zur Geltung kommen (Kap. 9).

Was die »Erhaltung evolutiver Potentiale« in der Naturschutzpraxis sein soll, erscheint noch weitgehend unklar. Artbildungsprozesse an den Grenzen der Verbreitungsgebiete zählen dazu, weil hier Neues kontextspezifisch entsteht; es stellt sich aber die Frage, inwiefern dieses Ziel operationalisierbar ist, wenn massive menschliche Eingriffe zum »Schutz der Evolution« erforderlich werden. In jedem Falle handelt es sich dann notwendig um anthropogene Evolution. Auf der genetischen Ebene implizieren evolutionsbiologische Aspekte die Stärkung des an konkreten Organismen orientierten Schutzes von

Populationen und Arten als Ziel gegenüber abstrakten Prozessen oder Ökosystemfunktionen (Kap. 10).

Für die Naturschutztheorie ergibt sich die Forderung, die fundamentale Bedeutung des Organismus zu würdigen. Dabei ermöglicht es der Organismusbegriff zusammen mit einem differenzierten Biodiversitätskonzept, die Einzigartigkeit biologischer Objekte zu vermitteln. Ein intrinsischer Wert (Selbstwert im strengen Sinne) von Organismen oder der Evolution ist nicht überzeugend begründbar. Wohl aber kann der inhärente Wert (Eigenwert) von Organismen und Evolution in ihrem Bezug auf Menschen formuliert werden. Die normative Aufwertung der Evolution ohne Sein-Sollen-Fehlschluß ist aber allein im Rahmen einer Naturmetaphysik, wie sie beispielsweise Hans Jonas oder Murray Bookchin vorgelegt haben, möglich. Wie jeder metaphysische Entwurf sind solche Ansätze zwar äußerst strittig, können aber als positives Beispiel dafür dienen, der Natur moralische Qualitäten nicht fälschlicherweise aus naturwissenschaftlichen Erkenntnissen zuschreiben zu wollen, wie dies einige anthropozentrische und physiozentrische Naturethiken versuchen (Kap. 11,12).

Der Aspekt einer impliziten oder expliziten Naturmetaphysik, die jedem Evolutionsbegriff im Kontext der Naturethik zugrundeliegt, läßt sich letztlich als unvereinbare Alternative zuspitzen: In der *analytisch-dualistischen Perspektive* existiert eine »natürliche Optimalität« der evolvierten Natur im Gegensatz zur fehlangepaßten Zivilisation, was mit misanthropischen Konnotationen verbunden ist. In der *dialektisch-utopischen Sichtweise* wird Evolution normativ als Entfaltungsprozess und zukunftsgerichtete »Utopie eines Noch-Nicht-Seienden« gedacht. Allein in der letzteren Position ist die Sicherung der Evolution als Muster und Prozeß der Natur auch im Kontext menschlicher Zivilisation begründbar, und zwar auf Grundlage bestimmter anthropologischer und politischer Vorannahmen (Kap. 12.3). Diese bezüglich ihrer kosmologischen Anteile nicht naturwissenschaftlich legitimierbare Wendung kann dem Naturschutz dann argumentative Stärke verschaffen, wenn die normativen Elemente als menschlicher Entwurf einer besseren Welt explizit einbezogen werden. Nicht als wissenschaftliche Tatsache oder als Selbstwert, sondern als Möglichkeit interagierender Naturbetrachtung, im besten Sinne des Wortes utopischen Denkens der Einheit von Menschen und ihres Entwurfs der Natur können »evolutive Prozesse« inhärent wertvoll und normativ bedeutsam werden.

Literatur

- Ahl, Valerie & Timothy F. H. Allen (1996): *Hierarchy theory – a vision, vocabulary, and epistemology*. New York: Columbia University Press. ix + 206 S.
- Ahrendholz, Wolf-Rüdiger (1993): Das Ende der synthetischen Evolutionstheorie? *Ethik und Sozialwissenschaften* 4(1): 16-18.
- Allee, Warder C., Alfred E. Emerson, Orlando Park, Thomas Park & Karl P. Schmidt (1949): *Principles of animal ecology*. Philadelphia & London: W.B. Saunders. xii + 837 S.
- Allen, Timothy F. H. & Thomas B. Starr (1982): *Hierarchy – perspectives for ecological complexity*. Chicago & London: University of Chicago Press. 310 S.
- Altner, Günter (1985): Ethische Begründung des Artenschutzes. *Schr. R. dt. Rat f. Landespflege* 46: 566-568.
- Altner, Günter (1987): *Die Überlebenskrise in der Gegenwart – Ansätze zum Dialog mit der Natur in Naturwissenschaft und Theologie*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft. x + 234 S.
- Altner, Günter (1991): *Naturvergessenheit – Grundlage einer umfassenden Bioethik*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft. xi + 319 S.
- Amabile-Cuevas, Carlos & Marina Chicurel (1993): Horizontal Gene Transfer. *American Scientist* 81: 332-341.
- Anderson, Walter Truett (1987): *To govern evolution: further adventure of the political animal*. Boston: Harcourt Brace Jovanovich. xv + 376 S.
- Andrewartha, Herbert G. & L. C. Birch (1954): *The distribution and abundance of animals*. Chicago & London: University of Chicago Press. xi + 275 S. [Reprint 1982 der Kap. 3,6,12-14].
- Anonymus (1974): Scientists talk of the need for conservation and an ethic of biotic diversity to slow extinction. *Science* 184: 646-647.
- Apel, Karl Otto (1988): Zurück zur Normalität. – Oder könnten wir aus der nationalen Katastrophe etwas besonderes gelernt haben? In: K.-O. Apel [Hg.]: *Diskurs und Verantwortung*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 370-474.
- Aristoteles (1987): *Physik*. Band 1 (Bücher I-IV). Hamburg: Meiner. Li + 272 S.
- Aristoteles (1991): *Die Nikomachische Ethik*. Bibliothek der Antike. München & Zürich: dtv/Artemis. 430 S.
- Bacon, Francis (1960): Neu-Atlantis. In: K. J. Heinisch [Hg.]: *Der utopische Staat – Morus, Campanella, Bacon*. Reinbek: Rowohlt, S. 171-215.

- Ball, Stephen W. (1988): Evolution, explanation and the fact/value distinction. *Biology and Philosophy* 3(3): 317-348.
- Baranzke, Heike & Hedwig Lamberty-Zielinsky (1995): Lynn White und das dominum terrae (Gen 1,28b) – ein Beitrag zur doppelten Wirkungsgeschichte. *Biblische Notizen* 76: 32-61.
- Bartsch, Detlev & Herbert Sukopp (1993): *Ermittlung und Bewertung des ökologischen Risikos beim Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen – Dokumentation eines Fachgesprächs am 14./15. Oktober 1991*. Texte. 20/93. Berlin: 238 S.
- Beck, Ulrich (1986): *Risikogesellschaft – auf dem Weg in eine andere Moderne*. es 3326. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. 375 S. (Textidentischer Nachdruck von 1996).
- Begon, Michael, John L. Harper & Colin R. Townsend (1996): *Ecology – individuals, populations and communities. Third Edition*. London: Blackwell Science. xii + 1068 S.
- Bender, Carolin (1992): Genetik und Naturschutz. In: K. Henle & G. Kaule [Hg.]: *Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland*. Jülich: Forschungszentrum, S. 158-179.
- Bernhardt, Marion, Barbara Weber & Beatrix Tappeser (1991): *Gutachten zur "biologischen" Sicherheit bei der Nutzung der Gentechnik*. Freiburg i. Br., Öko-Institut e. V.: 117 S.
- Beste, Dieter (Hg.) (1996): *Dossier: Klima und Energie*. Heidelberg: Spektrum d. Wissenschaft. 138 S.
- Blab, Josef, Manfred Klein & Axel Ssymank (1995): Biodiversität und ihre Bedeutung in der Naturschutzarbeit. *Natur und Landschaft* 70(1): 11-18.
- Bloch, Ernst (1959): *Das Prinzip Hoffnung*. stw 554. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. 1655 S.
- Bloch, Ernst (1970): *Tübinger Einführung in die Philosophie. Erweiterte Ausgabe*. es 3308. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. 376 S.
- Bloch, Ernst (1972): *Das Materialismusproblem, seine Geschichte und Substanz*. stw 556. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. 553 S.
- Blossey, Bernd & Rolf Nötzold (1995): Evolution of increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: a hypothesis. *J. Ecology* 83: 887-889.
- Blumrich, Henry, Udo Bröring, Birgit Felinks, Henning Fromm, Jadranka Mrzljak, Friederike Schulz, Jörn Vorwald & Gerhard Wiegler (Hg.) (1998): *Die Bedeutung der Leitbildentwicklung im Rahmen einer "guten naturschutzfachlichen Praxis", dargestellt am Beispiel der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaften*. Potsdam: Landesumweltamt Brandenburg, Tagungen und Berichte 17, 88 S.
- Bock, Walter J. & Gerd von Wahlert (1965): Adaptation and the form-function complex. *Evolution* 19: 269-299.
- Böhme, Gernot (1993): *Alternativen der Wissenschaft*. stw 334. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. 271 S. [1. A. 1980].
- Böhme, Gernot & Engelbert Schramm (Hg.) (1985): *Soziale Naturwissenschaft. Wege zu einer Erweiterung der Ökologie*. Frankfurt a.M.: Fischer. 160 S.
- Bonß, Wolfgang, Rainer Hohlfeld & Regine Kollek (1992): Risiko und Kontext – zur Unsicherheit in der Gentechnologie. In: G. Bechmann & H. Rammert [Hg.]: *Jahrbuch Technik und Gesellschaft*. Frankfurt a.M. & New York: Campus, S. 141-174.

- Bookchin, Murray (1985): *Die Ökologie der Freiheit – Wir brauchen keine Hierarchien*. Weinheim & Basel: Beltz. 433 S. [Orig. 1982: The ecology of freedom – the emergence and dissolution of hierarchy].
- Bookchin, Murray (1990): Recovering evolution: a reply to Eckersley and Fox. *Environmental Ethics* 12(3): 253-274.
- Bormann, Frank H. & Gene E. Likens (1967): Nutrient cycling: small watersheds can provide invaluable information about terrestrial ecosystems. *Science* 155: 424-429.
- Botkin, Daniel B. (1990): *Discordant harmonies – a new ecology for the 21st century*. New York: Oxford University Press. x + 241 S.
- Bradie, Michael (1986): Assessing evolutionary epistemology. *Biology and Philosophy* 1: 410-459.
- Brandon, Robert N. (1996): *Concepts and methods in evolutionary biology*. Cambridge Studies in Philosophy and Biology. Cambridge: Cambridge Univ. Press. xiv + 221 S.
- Braun, Eberhard (1988): Natur und Utopie – Bedeutung des Naturbegriffs in Ernst Blochs Philosophie. In: Fachschaft Biologie [Hg.]: *Ökologie & Politik – Vom biologischen Wissen zum politischen Handeln?* Tübingen: Selbstverlag, S. 197-210.
- Breckling, Broder (1990): *Singularität und Reproduzierbarkeit in der Modellierung ökologischer Systeme*. Dissertation, Universität Bremen: 400 S.
- Breckling, Broder (1992): Uniqueness of ecosystems versus generalizability and predictability in ecology. *Ecological Modelling* 63: 13-27.
- Brenner, Andreas (1996): *Ökologie-Ethik*. Reclam Bibl. 1562. Leipzig: Reclam. 176 S.
- Bröring, Udo & Gerhard Wiegleb (1990): Wissenschaftlicher Naturschutz oder ökologische Grundlagenforschung? *Natur und Landschaft* 65(6): 283-292.
- Bröring, Udo & Gerhard Wiegleb (1998): Pattern and process of succession in relation to ecological orientators. In: F. Müller & M. Leupelt [Hg.]: *Eco targets, goal functions, and orientors – theoretical concepts and interdisciplinary fundamentals for an integrated, system-based environmental management*. Berlin: Springer, S. 52-64.
- Brown, James H. (1995): Organisms and species as complex adaptive systems: Linking the biology of populations with the physics of ecosystems. In: C. G. Jones & J. H. Lawton [Hg.]: *Linking species and ecosystems*. New York: Chapman & Hall, S. 16-24.
- Buege, Douglas J. (1997): An ecologically-informed ontology for environmental ethics. *Biology and Philosophy* 12(1): 1-20.
- Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland, BUND e.V. (Hg.) (1994): *Aktionsprogramm Arten- und Biotopschutz*. Bonn: BUND. 25 S.
- Bundesminister für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, BMBF & Bundesminister[in] für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, BMU (1997): *Gemeinsame Presseerklärung: Umweltforschung in Verantwortung für Arbeit und Schöpfung*. Bonn: 5 S.
- Bundestag, Dt. (Hg.) (1987): *Chancen und Risiken der Gentechnologie. Der Bericht der Enquete-Kommission "Chancen und Risiken der Gentechnologie" des 10. Deutschen Bundestages*. Bonn: Deutscher Bundestag, Referat Öffentlichkeitsarbeit. 405 S.

- Burns, P. A., A. Jack, F. Nielson, S. Haddow & A. Balmain (1991): Transforming mouse skin endothelial cells in vivo by direct application of plasmids DNA encoding the human T24 H-ras oncogene. *Oncogene* 6: 1973-1978.
- Callicott, J. Baird (1989): In defense of the land ethic - essays in environmental philosophy. Albany: State University of New York, x + 325 S.
- Callicott, J. Baird (1994): *Earth's Insights – a multicultural survey of ecological ethics from the mediterranean basin to the australian outback*. Berkeley: University of California Press. xxiv + 285 S.
- Callicott, J. Baird (1996): Do deconstructive ecology and sociobiology undermine Leopold's Land Ethic? *Environmental Ethics* 18: 353-372.
- Caplan, Arthur L. & Walter J. Bock (1988): Haunt me no longer. *Biology and Philosophy* 3(4): 443-454.
- Capra, Fritjof (1983): *Wendezeit – Bausteine für ein neues Weltbild*. Bern: Scherz. 512 S.
- Carson, Rachel L. (1962): *Der stumme Frühling*. München: Biederstein. 347 S. [Orig 1962: Silent Spring].
- Caughley, Graeme (1994): Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology* 69: 215-244.
- Chadarevian, Soraya de, Andreas Dally & Regine Kollek (1991): *Experimente mit der Evolution – zum Verhältnis von Evolution, Züchtung und Gentechnologie*. Werkstattreihe. 76. Freiburg i. Br: 39 S.
- Clark, William C. (1985): Scales of climate impacts. *Climatic Change* 7: 5-27.
- Clements, Frederick Edward (1916): *Plant succession – an analysis of the development of vegetation*. Publ. No. 242. Washington D.C.: Carnegie Institution. xiii + 512 S.
- Clunies-Ross, Tracey & Nicholas Hildyard (1992): *The politics of industrial agriculture*. London: Earthscan. 167 S.
- Connell, Joseph H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Connell, Joseph H. & Ralph O. Slatyer (1977): Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111: 1119-1144.
- Cooper, Gregory (1993): The competition controversy in community ecology. *Biology and Philosophy* 8(4): 359-384.
- Crosby, Alfred W. (1991): *Die Früchte des weißen Mannes – Ökologischer Imperialismus 900-1900*. Frankfurt a.M. & New York: Campus. 280 S. [Orig. 1986: Ecological imperialism].
- Daily, Gretchen C. & Paul R. Ehrlich (1996): Nocturnality and species survival. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 93(21): 11709-11712.
- Darwin, Charles Robert (1920): *Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft. 617 S. [Reprint 1988 der 9. A.].

- Darwin, Charles Robert (1988): *On the origin of species by means of natural selection – or the preservation of favoured races in the struggle for life*. The Works of Charles Darwin, Vol. 15. London: William Pickering. 360 S. [Neuausgabe der 1. A. von 1859].
- Dawkins, Richard (1978): *Das egoistische Gen*. Berlin: Springer. xii + 246 S. [Orig. 1976: The selfish gene].
- Dawkins, Richard (1990): *Der blinde Uhrmacher – ein neues Plädoyer für den Darwinismus*. München: dtv (11261). 375 S. [Orig. 1986: The blind watchmaker].
- Dennett, Daniel C. (1997): *Darwins gefährliches Erbe – die Evolution und der Sinn des Lebens*. Hamburg: Hoffmann & Campe. 783 S. [Orig. 1995: Darwin's dangerous idea].
- Diamond, Jared M. (1988): Factors controlling species diversity: overview and synthesis. *Ann. Missouri Botanical Garden* 75: 117-129.
- Dobzhansky, Theodosius G. (1970): *Genetics of the Evolutionary Process*. New York: Columbia University Press. 505 S.
- Dobzhansky, Theodosius G. (1973): Nothing makes sense in biology except in the light of evolution. *American Biology Teacher* 35: 125-129.
- Dobzhansky, Theodosius G. (1982): *Genetics and the Origin of Species*. Columbia Classics in Evolution. New York & Guildford: Columbia University Press. 364 S. [Orig. 1937].
- Donnelley, Strachan (1996): *Revisiting nature: the legacy of Charles Darwin and Aldo Leopold. May 1996 Meeting Summary*. Briarcliff Manor NY, Hastings Center. 17 S.
- Drake, J. A., H. A. Mooney, F. di Castri, R. H. Groves & F. J. Kruger (Hg.) (1989): *Biological Invasions – A global perspective*. Chichester: John Wiley & Sons. 525 S.
- Drüke, Joachim, Henning Vierhaus & Margret Bunzel-Drüke (1995): Zur Diskussion um das Aussehen der heimischen Naturlandschaft. *ABU info* 19(2): 34-39.
- Drury, William H. & Ian C. T. Nisbet (1973): Succession. *Journal of the Arnold Arboretum* 54: 331-368.
- Duden (1990): *Fremdwörterbuch*. Mannheim: Dudenverlag. 485 S.
- Edlinger, Karl, Wolfgang F. Guttman & Michael Weingarten (1991): *Evolution ohne Anpassung*. Aufsätze und Reden der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. 37. Frankfurt a.M.: Waldemar Krause. 110 S.
- Egerton, Frank N. (1973): Changing concepts of the balance of nature. *Quarterly Review of Biology* 48: 322-351.
- Ehrlich, Paul & Anne Ehrlich (1971): *Die Bevölkerungsbombe*. München: Carl Hanser. 191 S. [Orig. 1968].
- Ehrlich, Paul & Anne Ehrlich (1981): *Extinction: The causes and consequences of the disappearance of species*. New York: Random House. xiv + 306 S.
- Ehrlich, Paul R. & Edward O. Wilson (1991): Biodiversity: science and policy. *Science* 253: 758-762.
- Eigen, Manfred (1992): *Stufen zum Leben – Die frühe Evolution im Visier der Molekularbiologie*. Serie Piper 765. Neuausgabe. München & Zürich: Piper. 311 S. [1. A. 1987].
- Eldredge, Niles (1985): *Unfinished synthesis: biological hierarchies and modern evolutionary thought*. New York: Oxford University Press. viii + 237 S.

- Eldredge, Niles (1994): *Reinventing Darwin*. New York: Wiley & Sons. xi + 244 S.
- Eldredge, Niles & Stanley N. Salthe (1984): Hierarchy and evolution. *Oxford Surveys in Evolutionary Biology* 1: 184-208.
- Ellenberg, Heinz (1954): Über einige Fortschritte der kausalen Vegetationskunde. *Vegetatio* 5/6: 199-211.
- Elliot, Robert (Hg.) (1995): *Environmental Ethics*. Oxford: Oxford Univ. Press. 255 S.
- Elton, Charles S. (1927): *Animal ecology*. Text-Books of Animal Biology. London: Sidgwick & Jackson. xxi + 207 S.
- Elton, Charles S. (1958): *The ecology of invasions by animals and plants*. London: Methuen. 189 S.
- Ely, John (1996): Ernst Bloch, natural rights and the Greens. In: D. Macauley [Hg.]: *Minding nature*. New York & London: The Guilford Press, S. 134-166.
- Engelhardt, Wolfgang (1995): Ökologischer Unsinn: die Trennung von Naturschutz und Umweltschutz. *Politische Ökologie* 43(Nov./Dez.): 33-35.
- Engels, Eve-Marie (1982): *Die Teleologie des Lebendigen. Kritische Überlegungen zur Neuformulierung des Teleologieproblems in der angloamerikanischen Wissenschaftstheorie. Eine historisch-systematische Untersuchung*. Erfahrung und Denken – Schriften zu Förderung der Beziehungen zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften 63. Berlin: Duncker & Humblot. 288 S.
- Engels, Eve-Marie (1988): *Erkenntnis als Anpassung? Eine Studie zur Evolutionären Erkenntnistheorie*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp. 519 S.
- Engels, Eve-Marie (1993): George Edward Moores Argument der "naturalistic fallacy" in seiner Relevanz für das Verhältnis von philosophischer Ethik und empirischer Wissenschaft. In: L. H. Eckensberger & U. Gähde [Hg.]: *Ethische Norm und empirische Hypothese*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, S. 92-132.
- Engels, Friedrich (1990): Dialektik der Natur. In: Institut f. Geschichte d. Arbeiterbewegung Berlin [Hg.]: *Marx/Engels Werke Bd. 20* Berlin: Dietz, S. 305-570.
- Ereshefsky, Marc (Hg.) (1992): *The units of evolution – essays on the nature of species*. Cambridge MA & London: MIT Press. xvii + 405 S.
- Erwin, Terry L. (1991a): How many species are there? Revisited. *Conservation Biology* 5(3): 330-333.
- Erz, Wolfgang (1990): Rückblicke und Einblicke in die Naturschutz-Geschichte. *Natur und Landschaft* 65(3): 103-106.
- Erz, Wolfgang (1994): Bewerten und Erfassen für den Naturschutz in Deutschland – Anforderungen und Probleme aus dem Bundesnaturschutzgesetz und der UVP. In: M. Usher & W. Erz [Hg.]: *Erfassen und Bewerten im Naturschutz*. Wiesbaden: Quelle & Meyer, S. 131-162.
- Eser, Uta & Thomas Potthast (1997): Bewertungsproblem und Normbegriff in Ökologie und Naturschutz aus wissenschaftsethischer Perspektive. *Z. Ökologie u. Naturschutz* 6: 163-171.
- Ewig, Bettina (1990): Aus der Geschichte der Genetik. In: Arbeitskreis Berufsbild und Selbstverständnis in der Biologie (AK BuSiB e.V.) [Hg.]: *Gentechnologie*. Göttingen: Selbstverlag, S. 39-52.

- Faber, Malte, Reiner Manstetten & John Proops (1992): Toward an open future: ignorance, novelty, and evolution. In: R. Costanza, B. G. Norton & B. D. Haskell [Hg.]: *Ecosystem Health – New goals for environmental management*. Washington D.C. & Covelo CA: Island Press, S. 72-96.
- Falk, B. W. & George Bruening (1994): Will transgenic crops generate new viruses and new diseases? *Science* 263: 1395-1396.
- Feyerabend, Paul (1980): *Erkenntnis für freie Menschen*. es Neue Folge 11. Frankfurt a. M.: Suhrkamp. 300 S.
- Fisher, Ronald A. (1958): *The genetical theory of natural selection*. Oxford: Clarendon Press. 280 S. [Orig. 1930].
- Fisher, Ronald A., Stephen A. Corbett & C. B. Williams (1943): The Relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *J. Animal Ecology* 12: 42-58.
- Fleck, Ludwik (1993): *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache – Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*. stw 312. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. 190 S. [Orig. 1935].
- Flitner, Michael (1995): *Sammler, Räuber und Gelehrte.- die politischen Interessen an pflanzengenetischen Ressourcen 1895-1995*. Frankfurt & New York: Campus, 336 S.
- Foeckler, Francis (1992): Zum Gegenstand der Naturschutzforschung und ihrer Bedeutung als Ergänzung zur traditionellen ökologischen Grundlagenforschung. In: K. Henle & G. Kaule [Hg.]: *Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland*. Jülich: Forschungszentrum Jülich, S. 48-59.
- Forbes, Stephen Alfred (1887): The lake as a microcosm. *Bull. Peoria Sci. Ass. [republished in Illinois Nat. Hist. Surv. Bull. 15(1920): 537-550]* .
- Forey, Peter, Christopher J. Humphries & Richard I. Vane-Wright (Hg.) (1994): *Systematics and conservation evaluation*. Oxford: Oxford Clarendon Press. 438 S.
- Foucault, Michel (1988): Die Ordnung der Dinge. 7. A.. stw 96. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. 469 S. [Franz. Orig. 1966].
- Fox-Keller, Evelyn (1986): *Liebe, Macht und Erkenntnis. Männliche oder weibliche Wissenschaft?* München & Wien: Carl Hanser. 216 S. [Orig. 1985: Reflections on gender and science].
- Fox-Keller, Evelyn (1988): Demarcating public from private values in evolutionary discourse. *J. Hist. Biol.* 21(2): 195-211.
- Frank, Steven A. (1997): Models of symbiosis. *American Naturalist* 150(Supplement): S80-S99.
- Frankel, Otto H. (1970): Variation – the essence of life. *Sir William Macleay Memorial Lecture, Proc. Linnean Soc. NSW (New South Wales)* 95(2): 158-169.
- Frankel, Otto H. (1974): Genetic conservation: our evolutionary responsibility. *Genetics (XIII. International Congress of Genetics, Symposium on Genetics and Society)* 78: 58-65.
- Frankel, Otto H & Michael E. Soulé (1981): *Conservation and Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press. 327 S.
- Friederichs, Karl (1927): Grundsätzliches über die Lebenseinheiten höherer Ordnung und den ökologischen Einheitsfaktor. *Die Naturwissenschaften* 15(7/8): 153-157 u. 182-186.

- Friederichs, Karl (1937): Ökologie als Wissenschaft von der Natur – oder Biologische Raumforschung. In: A. Meyer [Hg.]: *BIOS – Abhandlungen zur theoretischen Biologie und ihrer Geschichte, sowie zur Philosophie der organischen Naturwissenschaften*. Leipzig: Barth, S. vii + 108.
- Frisch, Max. (1978): *Homo faber*. st 354. Frankfurt a.M: Suhrkamp. S. [Orig. 1957].
- Fuchs, Michael (1990): Naturschutzforschung: Abgrenzung, Ziele, Aufgaben. Konzept der ANL. *Laufener Seminarbeiträge* 3: 6-13.
- Futuyma, Douglas J. (1986): *Evolutionary Biology*. Sunderland MA: Sinauer. 600 S.
- Futuyma, Douglas J. (1986b): Reflections on reflections: ecology and evolutionary biology. *Journal of the History of Biology* 19: 303-312.
- Gabriel, W. (1993): Technologically modified genes in natural populations – some skeptical remarks on risk assessment from the view of population genetics. In: K. Wöhrmann & S. Tomiuk [Hg.]: *Transgenic Organisms*. Basel: Birkhäuser, S. 109-116.
- Geiser, Remigius (1992): Auch ohne Homo sapiens wäre Mitteleuropa von Natur aus eine halboffene Weidlandschaft. *Laufener Seminarbeiträge* (2): 22-34.
- Ghiselin, Michael T. (1987): Species concepts, individuality, and objectivity. *Biology and Philosophy* 2(2): 127-143.
- Gigon, Andreas & Heinz Bolzern (1988): Was ist das biologische Gleichgewicht? Überlegungen zur Erfassung eines Phänomens, das es strenggenommen gar nicht gibt. In: P. Fischer & C. Kunze [Hg.]: *Das Gleichgewicht der Natur. Aus Forschung und Medizin* 3(1): 18-28.
- Gilbert, Walter (1991): Towards a paradigm shift in biology. *Nature* 349: 99.
- Givnish, Thomas J. (1994): Does diversity beget stability? *Nature* 371: 113-114.
- Gleason, H. A. (1917): The structures and development of plant association. *Bull. Torrey Bot. Club* 44: 463-481.
- Gleason, H. A. (1926): The individualistic concept of the plant association. *Bull. Torrey Bot. Club* 53: 7-26.
- Gleich, Arnim von (1989): Fragen an die Evolutionsbiologie. In: M. Thureau [Hg.]: *Gentechnik – wer kontrolliert die Folgen?* Frankfurt a.M.: Fischer, S. 192-206.
- Gliddon, C. & J. Goudet (1994): The genetic structure of metapopulations and conservation biology. In: V. Loeschcke, J. Tomiuk & S. K. Jain [Hg.]: *Conservation genetics*. Basel: Birkhäuser, S. 107-114.
- Goldschmidt, Tijs (1997): *Darwins Traumsee – Nachrichten von meiner Forschungsreise nach Afrika*. München: C. H. Beck. 349 S. [niederl. Orig. 1994].
- Goodman, Daniel (1975): The theory of diversity-stability relationships in ecology. *Quart. Rev. Biol.* 50(3): 237.
- Gould, Stephen Jay (1977): *Ontogeny and phylogeny*. Cambridge MA: Belknap (Harvard Univ. Press). 501 S.
- Gould, Stephen Jay & Richard C. Lewontin (1979): The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptionist programme. *Proc. R. Soc. Lond. B* 205: 581-598.

- Greene, Anne E. & Richard F. Allison (1994): Recombination between viral RNA and transgenic plant transcripts. *Science* 263: 1423-1425.
- Grimm, Nancy B. (1995): Why link species and ecosystems? A perspective from ecosystem ecology. In: C. G. Jones & J. H. Lawton [Hg.]: *Linking species and ecosystems*. New York: Chapman & Hall, S. 5-15.
- Grimm, Volker (1994): *Stabilitätskonzepte in der Ökologie: Terminologie, Anwendbarkeit und Bedeutung für die ökologische Modellierung*. Dissertation, Universität Marburg. 156 S.
- Gruhl, Herbert (1978): *Ein Planet wird geplündert – die Schreckensbilanz unserer Politik*. fischer alternativ 4006. Frankfurt a.M.: S. Fischer. vii + 384 S. [1.A.1975].
- Günther, Klaus (1950): Oekologische und funktionelle Anmerkungen zur Frage des Nahrungserwerbes bei Tiefseefischen mit einem Exkurs über die ökologischen Zonen und Nischen. In: H. Grüneberg & W. Ulrich [Hg.]: *Moderne Biologie (Festschrift für Hans Nachtsheim)*. Berlin: F. W. Peters, S. 55-93.
- Gutmann, Mathias (1996): *Die Evolutionstheorie und ihr Gegenstand – Beitrag der Methodischen Philosophie zu einer konstruktiven Theorie der Evolution*. Studien zur Theorie der Biologie. 1. Berlin: Verlag für Wissenschaft und Bildung. 332 S.
- Gutmann, Wolfgang Friedrich (1995): Evolution von lebendigen Konstruktionen – Warum Erkenntnis unerträglich sein kann. *Ethik und Sozialwissenschaften* 6(3): 303-315.
- Haber, Wolfgang (1979): Grundsätzliche Anmerkungen zum Problem der Pflege der Landschaft. *Ber. ANL* 3(5): 87-105.
- Haber, Wolfgang (1993a): Vom rechten und falschen Gebrauch der Ökologie – eine Wissenschaft und ihr Dilemma, Regeln für den Umgang mit der Umwelt abzuleiten. (Festvortrag zum 125jährigen Jubiläum des Verlages Eugen Ulmer am 18.6.1993, Stuttgart). *Naturschutz und Landschaftsplanung* 25(5): 187-190.
- Haber, Wolfgang (1993b): Von der ökologischen Theorie zur Umweltplanung. *GAIA* 2(2): 58-65.
- Haila, Yrjö (1997a): 'Wilderness' and the multiple layers of environmental thought. *Environment and History* 3(2): 129-147.
- Haila, Yrjö (1997b): Trivialization of critique in ecology. *Biology and Philosophy* 12: 109-118.
- Haldane, John B. S. (1924): A mathematical theory of natural and artificial selection (Part I). *Trans. Camb. Philos. Soc.* 23: 19-41.
- Haldane, John B.S. (1949): Human evolution: past and future. In: G. L. Jepsen, E. Mayr & G. G. Simpson [Hg.]: *Genetics, paleontology, and evolution*. Princeton NJ: Princeton University Press, S. 405-418.
- Haltmeier, Hans (1995): *Naturschutz – mehr Wildnis wagen*. Dossier in Natur. 5: 27-49 S.
- Hampicke, Ulrich (1991): *Naturschutz-Ökonomie*. UTB 1650. Stuttgart: Ulmer. 342 S.
- Hampicke, Ulrich (1993): Naturschutz und Ethik – Rückblick auf eine 20jährige Diskussion, 1973-1993, und politische Folgerungen. *Z. Ökologie u. Naturschutz* 2: 73-86.

- Hampicke, Ulrich (1995): Biozentrische und anthropozentrische Naturethik – Randbemerkungen und Vorschlag für eine Gesetzesnovellierung. *Schr.-R. f. Vegetationskunde, Sukopp-Festschrift*, 27: 45-52. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg 27: 45-52.
- Harlan, Jack R. (1951): Anatomy of gene centers. *American Naturalist* 85(821): 97-103.
- Harper, John L. (1967): A darwinian approach to plant ecology. *Journal of Ecology* 55: 247-270.
- Harper, John L. (1982): After description. In: J. L. Newman [Hg.]: *The plant community as a working organism*. Oxford: Blackwell, S. 11-25.
- Hastedt, Heiner (1991): *Aufklärung und Technik – Grundprobleme einer Ethik der Technik*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. 336 S.
- Hastings, Alan & Kevin Higgins (1994): Persistence of transients in spatially structured ecological models. *Science* 263: 1133-1136.
- Häuser, Christoph L. (1987): The debate about the biological species concept – a review. *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung* 25: 241-257.
- Hauser, T.P., V. Damgaard & Volker Loeschcke (1994): Effects of inbreeding in small populations – expectations and implications for conservation. In: V. Loeschcke, J. Tomiuk & S. K. Jain [Hg.]: *Conservation Genetics*. Basel: Birkhäuser, S. 115-130.
- Henderson, Lawrence J. (1913): *The fitness of the environment: an inquiry into the biological significance of the properties of matter*. New York: Macmillan. xi + 317 S.
- Hengeveld, R. (1988): Mayr's ecological species criterion. *Systematic Zoology* 37(1): 47-55.
- Henke, Hanno (1990): Grundzüge der geschichtlichen Entwicklung des internationalen Naturschutzes. *Natur und Landschaft* 65(3): 106-114.
- Henle, Klaus (1994): Naturschutzpraxis, Naturschutztheorie und theoretische Ökologie. *Z. Ökologie und Naturschutz* 3: 139-153.
- Herbig, Jost & Rainer Hohlfeld (1990): *Die zweite Schöpfung – Geist und Ungeist in der Biologie des 20. Jahrhunderts*. München & Wien: Carl Hanser. 536 S.
- Hertel, Rainer (1997): Was kann die Evolutionsbiologie zur Diskussion in der Ethik beitragen? In: J.-P. Wils [Hg.]: *Anthropologie und Ethik – biologische, sozialwissenschaftliche und philosophische Überlegungen*. Tübingen & Basel: Francke, S. 148-175.
- Hesse, Heidrun (1984): *Vernunft und Selbstbehauptung – Kritische Theorie als Kritik der neuzeitlichen Rationalität*. Fischer Wissenschaft 7343. Frankfurt a.M.: Fischer. 192 S.
- Holling, C. S. (1978): Myths of ecological stability: Resilience and problem of failure. In: C. F. Smart & W. Stanbury [Hg.]: *Studies of crisis management*. Toronto: Butterworth, S. 97-107.
- Holling, C. S. & William C. Clark (1975): Notes towards a science of ecological management. In: W. H. Van Dobben & R. H. Lowe-McConnell [Hg.]: *Unifying concepts in ecology*. The Hague: W. Junk, S. 247-251.
- Holsinger, Kent E. (1996): The scope and the limits of conservation genetics (Book review). *Evolution* 50(6): 2558-2561.
- Horkheimer, Max & Theodor W. Adorno (1988): *Dialektik der Aufklärung – Philosophische Fragmente*. Fischer Wissenschaft 7404. Frankfurt a.M.: Fischer. x + 275 S. [Orig. 1947].

- Hoyningen-Huene, Paul (1989): *Die Wissenschaftsphilosophie Thomas S. Kuhns*. Wissenschaftstheorie, Wissenschaft und Philosophie. 27. Braunschweig & Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn. 288 S.
- Hull, David L. (1980): Individuality and selection. *Annual review of ecology and systematics* 11: 311-332.
- Hull, David L. (1988): *Science as a process – an evolutionary account of the social and conceptual development of science*. Science and its conceptual foundations. Chicago & London: University of Chicago Press. xiii + 586 S.
- Hume, David (1978): *A treatise of human nature: being an attempt to introduce the experimental method of reasoning into moral subjects*. Oxford: Clarendon (Oxford University Press). xix + 743 S. [Orig. 1749].
- Hume, David (1982): *Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand*. Stuttgart: Reclam. 216 S. [Orig. 1738/39: An enquiry concerning human understanding].
- Hurlbert, Stuart H. (1971): The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52(4): 577-586.
- Hutchinson, G. Evelyn (1948): Circular causal systems in ecology. *Annals of the New York Academy of Science* 50: 221-246.
- Hutchinson, G. Evelyn (1953): The concept of pattern in ecology. *Proc. Acad. Nat. Sci.* 105: 1-12.
- Hutchinson, G. Evelyn (1958): Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 22: 415-427.
- Hutchinson, G. Evelyn (1959): Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? *American Naturalist* 93: 145-159.
- Huxley, Thomas H. (1989): *Evolution and Ethics*. in: James Paradis and George C. Williams [Hg.] T.H.Huxley's Evolution and Ethics with New Essays on its Victorian and Sociobiological Context. Princeton NJ: Princeton University Press, 242 S. (Reprint des Orig. von 1894)
- Huxley, Julian S. (1942): *Evolution – the modern synthesis*. London: Allen & Unwin. 645 S.
- Huxley, Julian S. (1963): The future of man – evolutionary aspects. In: G. Wolstenholme [Hg.]: *Man and his future*. London: Churchill, S. 1-22.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN (Hg.) (1980): *World Conservation Strategy – living resource conservation for sustainable development*. Gland/Switzerland: vii + 44 S.
- Jablonski, David (1996): Extinctions in the fossil record. In: J. H. Lawton & R. M. May [Hg.]: *Extinction rates*. Oxford: Oxford University Press, S. 25-44.
- Jacob, Francois (1972): *Die Logik des Lebenden – von der Urzeugung zum genetischen Code*. Frankfurt a.M.: S. Fischer. 350 S. [Orig. 1970: La logique du vivant. Une histoire de l'hérédité].
- Jahn, Ilse, Rolf Rolf Löther & Konrad Senglaub (1985): *Geschichte der Biologie – Theorien, Methoden, Institutionen und Kurzbiographien*. Jena: G. Fischer. 864 S. [1.A. 1982].

- Jansen, A. J. (1972): An analysis of "balance in nature" as an ecological concept. *Acta biotheoretica* 21: 86-114.
- Jax, Kurt (1994a): Mosaik-Zyklus und Patch-dynamics: Synonyme oder verschiedene Konzepte? – Eine Einladung zur Diskussion. *Z. Ökologie u. Naturschutz* 3: 107-112.
- Jax, Kurt (1994b): Renaturierung kleiner Fließgewässer. Möglichkeiten und Probleme einer Einbeziehung des Konzepts der natürlichen Störungen. In: U. Grünwald [Hg.]: *Wasserwirtschaft und Ökologie. Umweltwissenschaften Bd. 2*. Taunusstein: Blottnerverlag, S. 118-126.
- Jax, Kurt (1996): Über die Leblosigkeit ökologischer Systeme. Gedanken zur Rolle des individuellen Organismus in der Ökologie. In: H. W. Ingensiep & R. Hoppe-Sailer [Hg.]: *NaturStücke*. Ostfildern: edition tertium, S. 209-230.
- Jax, Kurt (1998): Holocoen and ecosystem – on the origin and historical consequences of two concepts. *Journal of the History of Biology* 31(1): 113-142.
- Jax, Kurt, Thomas Potthast & Gerhard Wiegleb (1996): Skalierung und Prognoseunsicherheit bei ökologischen Systemen. *Verh. Ges. Ökologie* 26: 527-535.
- Jax, Kurt, Clive G. Jones & Steward T. A. Pickett (1998): The self-identity of ecological units. *Oikos* 82(2): 253-264.
- Jonas, Hans (1973): *Organismus und Freiheit – Ansätze zu einer philosophischen Biologie*. Sammlung Vandenhoeck. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht. 342 S.
- Jonas, Hans (1984): Das Prinzip Verantwortung – Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. st 1085. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. 426 S. [1.A. 1979].
- Jones, Clive G. & John H. Lawton (Hg.) (1995): Linking species and ecosystems. New York & London: Chapman & Hall. xvi + 387 S.
- Junge, Friedrich (1985): Der Dorfteich als Lebensgemeinschaft. St. Peter-Ording: Lühr & Direks. S. [unveränderter Nachdruck der bebilderten (dritten) Auflage von 1907; Orig. 1885].
- Kambartel, Friedrich (1976): Vernunft, nicht-dogmatisch verstanden – zum Dogma des Dogmatismusvorwurfs gegen Begründungsansprüche. In: F. Kambartel [Hg.]: *Theorie und Begründung – Studien zum Philosophie- und Wissenschaftsverständnis*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 76-91.
- Kambartel, Friedrich (1985): Theorie und Begründung – Bemerkungen im Blick auf Kant und Wittgenstein. In: V. Gerhardt & N. Herold [Hg.]: *Wahrheit und Begründung*. Würzburg, S. 169-183.
- Kambartel, Friedrich & Jürgen Mittelstraß (Hg.) (1973): *Zum normativen Verständnis der Wissenschaft*. Frankfurt a.M.: Athenäum. x + 330 S.
- Kant, Immanuel (1976): Kritik der reinen Vernunft. Philosophische Bibliothek 37a. 37a. Hamburg: Meiner. xvi + 847 S. [1. A. 1781; 2. A. 1787].
- Kant, Immanuel (1991): Grundlegung zur Metaphysik der Sitten. Universal-Bibliothek 4507 [2]. Stuttgart: Reclam. 158 S. [Orig. 1785].
- Kant, Immanuel (1996): Kritik der Urteilskraft. Universal-Bibliothek. 1026. Stuttgart: Reclam. 543 S. [Orig. 1790].
- Kareiva, Peter (1994): Diversity begets productivity. *Nature* 368: 686-687.

- Kauffman, Stuart A. (1993): *The origins of order - Self-organization and selection in evolution*. New York & Oxford: Oxford University Press. 705 S.
- Kaule, Giselher (1991): *Arten- und Biotopschutz*. Stuttgart: Ulmer. 519 S. [1.A. 1986].
- Kellenberger, E. (1994): Genetic ecology: a new interdisciplinary science, fundamental for evolution, biodiversity and biosafety evaluations. *Experientia* 50: 429-437.
- Kellert, Stephen R. (1993): Introduction. In: S. R. Kellert & E. O. Wilson [Hg.]: *The Biophilia Hypothesis*. Washington D.C. & Covelo CA: Shearwater (Island Press), S. 20-27.
- Kellert, Stephen R. & Edward O. Wilson (Hg.) (1993): *The biophilia hypothesis*. Washington D.C. & Covelo CA: Shearwater (Island Press). 484 S.
- Keuth, Herbert (1994): Ist eine rationale Ethik möglich? *Logos N.F.*(1): 288-305.
- Kingsland, Sharon E. (1985): *Modeling nature – episodes in the history of population biology. Science and its conceptual foundations*. Chicago & London: The University of Chicago Press. ix + 267 S.
- Knaut, Andreas (1990): Der Landschafts- und Naturgedanke bei Ernst Rudorff. *Natur und Landschaft* 65(3): 114-118.
- Kohn, Alan J. (1997): Why are coral reef communities so diverse? In: R. F. G. Ormond, J. D. Gage & M. V. Angel [Hg.]: *Marine Biodiversity – patterns and processes*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 210-215.
- Kolasa, Jurek & Steward T. A. Pickett (Hg.) (1991): *Ecological Heterogeneity*. Heidelberg: Springer. xi + 332 S.
- Kollek, Regine (1990): "Ver-rückte" Gene: die inhärenten Risiken der Gentechnologie und die Defizite der Risikodebatte. In: J. Herbig & R. Hohlfeld [Hg.]: *Die zweite Schöpfung – Geist und Ungeist in der Biologie des 20. Jahrhunderts*. München & Wien: Carl Hanser, S. 386-401.
- Konold, Werner (Hg.) (1996): *Naturlandschaft – Kulturlandschaft: die Veränderung der Landschaften nach der Nutzbarmachung durch den Menschen*. Landsberg: ecomed. 322 S.
- Krebs, Angelika (1996): Ökologische Ethik I: Grundlagen und Grundbegriffe. In: J. Nida-Rümelin [Hg.]: *Angewandte Ethik*. Stuttgart: Kröner, S. 346-385.
- Krebs, Angelika (1997): Naturethik im Überblick. In: A. Krebs [Hg.]: *Naturethik*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 337-379.
- Krebs, John R. & Nicholas B. Davies (1981): *Öko-Ethologie*. Pareys Studentexte. 28. Berlin & Hamburg: Paul Parey. 377 S.
- Krell, Frank-Thorsten (1996): Historical Biogeography of *Temnorhynchus* species (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). *Zoologischer Anzeiger* 234: 209-226.
- Kuhn, Thomas S. (1988): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. *stw.* 25. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. 239 S. [Orig. 1962: *The structure of scientific revolutions*].
- Lack, David (1965): Evolutionary ecology. *Journal of Animal Ecology* 34: 223-231.
- Lange, Jörg (1994): Die "Biologische Selbstreinigung" und die Geschichte des Gewässerschutzes. *Biologisches Zentralblatt* 113: 253-261.

- Laurance, William F., Susan G. Laurance, Leonadro V. Ferreira, Judy Rankin-de Merona, Claude Gascon & Thomas E. Lovejoy (1997): Biomass collapse in amazonian forest fragments. *Science* 278: 1117-1118.
- Lawton, John H. & Robert M. May (Hg.) (1995): *Extinction rates*. Oxford: Oxford University Press. xii + 233 S.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1968): *Die Theodizee*. Philosophische Bibliothek. 71. Hamburg: Meiner. xxix + 528 S. [Orig. 1705f.].
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1982): *Vernunftprinzipien der Natur und der Gnade. Monadologie*. Philosophische Bibliothek. 253. Französisch – Deutsch. Hamburg: Meiner. xiv + 74 S. [1714f.].
- Lenz, Roman J. M. & Wolfgang Haber (1996): Classification theory of ecological systems – are the generalizations only the exceptions? *Bulletin of the Ecological Society of America* 77(1): 62.
- Leopold, Aldo (1970): *A Sand County Almanach – with essays on conservation from round river*. New York: Ballantine Books. 295 S. [Orig. 1949: *A sand county almanach*; 1953: *Essays*].
- Lepenies, Wolf (1976): *Das Ende der Naturgeschichte - Wandel kultureller Selbstverständlichkeiten in den Wissenschaften des 18. und 19. Jahrhunderts*. München & Wien: Hanser, 277 S.
- Levidov, Les (1995): Whose bioethics for agricultural biotechnology? In: V. Shiva & I. Moser [Hg.]: *Biopolitics – a feminist and ecological reader on biotechnology*. London: Zed Books, S. 175-190.
- Levins, Richard (1968): *Evolution in changing environments – some theoretical explorations*. Monographs in Population Biology. 2. Princeton NJ: Princeton University Press. ix + 120 S.
- Levins, Richard & Richard Lewontin (1985): *The dialectical biologist*. Cambridge MA & London: Harvard University Press. 303 S.
- Lewontin, Richard C. (1970): The units of selection. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1(1): 1-18.
- Lewontin, Richard C. , Stephen Rose & Leon J. Kamin (1988): *Die Gene sind es nicht ... – Biologie, Ideologie und menschliche Natur*. Reihe Begabungs- und Persönlichkeitsforschung. Weinheim: Psychologie Verlags Union. ix + 264 S. [Orig. 1984: *Not in our genes*].
- Lexikon der Ethik (1992) Herausgegeben von Otfried Höffe, M. Forschner, A. Schöpf & Wilhelm Vossenkuhl. München: Beck. 332 S.
- Leyhausen, Paul (1974): Biological basis of ethics and morality. *Science, Medicine and Man* I(215-235): 215.
- Lindeman, Raymond L. (1942): The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology* 23: 399-418
- Loeschcke, Volker, Jürgen Tomiuk & Subodh K. Jain (Hg.) (1994): *Conservation Genetics*. Basel: Birkhäuser. 440 S.
- Lorenz, Konrad (1941): Kants Lehre vom Apriorischen im Lichte gegenwärtiger Biologie. *Blätter für Deutsche Philosophie* 15: 94-125.

- Lorenz, Konrad (1943): Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung. *Z. Tierpsychologie* 5: 235-409.
- Lorenz, Konrad (1973): Die acht Todsünden der zivilisierten Menschheit. Serie Piper. München: Piper. 112 S.
- Lorenz, Michael G. & Wilfried Wackernagel (1993): Bacterial gene transfer in the environment. In: K. Wöhrmann & J. Tomiuk [Hg.]: *Transgenic organisms – risk assessment of deliberate release*. Basel: Birkhäuser, S. 43-64.
- Lotka, A. J. (1922): Contributions to the energetics of evolution. *Proc. Nat. Acad. Science* 8: 147-151.
- Lotka, Alfred J. (1956): *Elements of mathematical biology*. A classic work on the application of mathematics to aspects of the biological and social sciences. New York: Dover Publications. xxx + 465 S. [Reprint von "Elements of physical biology", 1925].
- Lovelock, James (1979): *Gaia – a new look on earth*. Oxford: Oxford Univ. Press. 148 S.
- Lugo, Ariel E. (1992): Schätzungen des Rückgangs der Artenvielfalt tropischer Wälder. In: E. O. Wilson [Hg.]: *Ende der biologischen Vielfalt – der Verlust an Arten, Genen und Lebensräumen und die Chancen für eine Umkehr*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, S. 76-89.
- Lytard, Jean Francois (1994): *Das postmoderne Wissen – ein Bericht*. Edition Passagen. 7. Wien: Passagen-Verlag. 193 S. [frz. Orig. 1979].
- MacArthur, Robert H. (1955): Fluctuations of animal populations, and a measure of community stability. *Ecology* 36(3): 533-536.
- MacArthur, Robert H. (1965): Patterns of species diversity. *Biological Reviews* 40: 510-533.
- MacArthur, Robert H. (1984): *Geographical ecology*. Princeton NJ: Princeton University Press. xviii + 269 S. [reprint der Erstausgabe 1972].
- MacArthur, Robert H. & Edward O. Wilson (1967): *The theory of island biogeography*. Monographs in Population Biology. 1. Princeton NJ: Princeton University Press. xi + 203 S.
- MacMahon, James A., Donald L. Phillips, James V. Robinson & David J. Schimpf (1978): Levels of biological organization: an organism-centered approach. *BioScience* 28: 700-704.
- Mader, Hans-Joachim (1988): Sind Genbanken ein Instrument des Artenschutzes? *Natur und Landschaft* 63(11): 455-457.
- Maier, Wolfgang (1994a): Erkenntnisziele einer organismischen Biologie – unter besonderer Berücksichtigung der Strukturforschung. In: W. Maier & T. Zoglauer [Hg.]: *Modellübertragungen zwischen Biologie und Technik*. Stuttgart-Bad Cannstadt: frommann-holzboog, S. 67-100.
- Maier, Wolfgang (1994b): Wirbeltier-Morphologie im 19. Jahrhundert: erläutert an den Schriften von Carl Gegenbauer (1826-1903). In: W. F. Gutmann [Hg.]: *Morphologie & Evolution – Symposium zum 175-jährigen Jubiläum der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*. Frankfurt a.M.: Waldemar Kramer, S. 41-53.
- Maier, Wolfgang (1994c): Kritische Anmerkungen zu E. Mayr und zur 'synthetischen' Theorie der Evolution. *Ethik und Sozialwissenschaften* 5(2): 237-240.

- Mann, Charles C. (1991): Extinction: are ecologists crying wolf? *Science* 253: 736-738.
- Margalef, Ramón (1958): Information theory and ecology. *General Systems* 3: 36-71.
- Margalef, Ramón (1975): Diversity, stability and maturity in natural ecosystems. In: W. H. VanDobben & R. H. Lowe-McConnell [Hg.]: *Unifying concepts in ecology*. The Hague: W. Junk, S. 151-160.
- Markl, Hubert (1986a): *Evolution, Genetik und menschliches Verhalten – Zur Frage wissenschaftlicher Verantwortung*. Serie Piper 623. München: Piper. 130 S.
- Markl, Hubert (1986b): Evolution und Gentechnik. In: H. Markl [Hg.]: *Evolution, Genetik und menschliches Verhalten – Zur Frage wissenschaftlicher Verantwortung*. München: Piper, S. 12-37.
- Markl, Hubert (1994): Umweltforschung als angewandte Naturwissenschaft (vorgetragen im Kolloquium zum 20jährigen Bestehen des Umweltbundesamtes Berlin am 3.6.1994). *GAI* 3(5): 249-256.
- Markl, Hubert (1995): Pflicht zur Widernatürlichkeit. *Der Spiegel* 48: 206-207 S.
- May, Robert M. (1975): Stability in ecosystems: some comments. In: W. H. VanDobben & R. H. Lowe-McConnell [Hg.]: *Unifying concepts in ecology*. The Hague: W. Junk, S. 161-168.
- May, Robert M., John H. Lawton & Nigel E. Stork (1995): Assessing extinction rates. In: J. Lawton & R. May [Hg.]: *Extinction rates*. Oxford: Oxford Univ. Press, S. 1-24.
- May, Thomas (1993): Beeinflußten Großsäuger die Waldvegetation der pleistozänen Warmzeiten Mitteleuropas? *Natur und Museum* 123(6): 157-170.
- Maynard Smith, John (1964): Group selection and kin selection. *Nature* 201: 1145-1147.
- Maynard Smith, John (1982): *Evolution and the theory of games*. Cambridge, New York, Melbourne: Cambridge University Press. viii + 224 S.
- Maynard Smith, Sheila & John Maynard Smith (1966): The preservation of genetic variability. In: H. Kalmus [Hg.]: *Regulation and control in living systems*. London: John Wiley, S. 328-348.
- Mayr, Ernst (1965): Cause and effect in biology. In: D. Lerner [Hg.]: *Cause and effect*. New York: The Free Press, S. 33-50.
- Mayr, Ernst (1967): *Artbegriff und Evolution*. Hamburg & Berlin: Paul Parey. 617 S. [Orig. 1963: *Animal Species and Evolution*].
- Mayr, Ernst (1979): *Evolution und die Vielfalt des Lebens*. Heidelberg & New York: Springer. 275 S. [Orig. 1976: *Evolution and the diversity of life*].
- Mayr, Ernst (1984): *Die Entwicklung der biologischen Gedankenwelt – Vielfalt, Evolution und Vererbung*. Berlin: Springer. xxi + 766 S. [Orig. 1982: *The growth of biological thought*].
- Mayr, Ernst (1987): The ontological status of species: scientific progress and philosophical terminology. *Biology and Philosophy* 2(2): 145-166.
- Mayr, Ernst (1991): *Eine neue Philosophie der Biologie*. München & Zürich: Piper. xv + 470 S. [engl. Orig. 1988].
- Mayr, Ernst (1993): Proximate and ultimate causations. *Biology and Philosophy* 8(1): 93-94.
- Mayr, Ernst (1994): Evolution – Grundfragen und Mißverständnisse. *Ethik und Sozialwissenschaften* 5(2): 203-209.

- Mayr, Ernst & William B. Provine (Hg.) (1980): *The evolutionary synthesis – Perspectives on the unification of biology*. Cambridge MA & London: Harvard Univ. Press. xi + 487 S.
- Meadows, Dennis, Donella Meadows, Erich Zahn & Peter Milling (1973): *Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit*. rororo. 6825. Reinbek: Rowohlt. 180 S. [Orig.1972: The limits to growth].
- Merchant, Carolyn (1987): *Der Tod der Natur – Ökologie, Frauen und neuzeitliche Naturwissenschaft*. Beck'sche Reihe. 1084. München: C.H. Beck. 323 S. [Orig.1980: The death of nature: women, ecology and the scientific revolution].
- Mertens, Heide (1993): Politische Ökologie und globale Krisenszenarien. Zur Problematik des Ökologiebegriffs (1). *Peripherie* 51/52: 137-154.
- Meyer, Adolf (1934): Das Organische und seine Ideologien. *Sudhoffs Arch. Gesch. Med. Naturwiss.* 27(1/2): 3-19.
- Meyer-Abich, Klaus Michael (1987): Landespflege heute – Naturphilosophische und ethische Perspektiven. *Garten + Landschaft* 97: 19-25.
- Mieth, Dietmar (1995): Ethische Evaluierung der Biotechnologie. In: T. v. Schell & H. Mohr [Hg.]: *Biotechnologie – Gentechnik. Eine Chance für neue Industrien*. Berlin: Springer, S. 505-530.
- Mieth, Dietmar (1998): *Moral und Erfahrung II – Entfaltung einer theologisch-ethischen Hermeneutik*. Studien zur theologischen Ethik. Freiburg i.Ü. & Freiburg .Br.: Univeritätsverlag Freiburg & Herder. 250 S.
- Mitman, Gregg (1992): *The state of nature: ecology, community, and American social thought, 1900-1950*. Science and its conceptual foundations. Chicago & London: University of Chicago Press. xiv + 290 S.
- Möbius, Karl August (1986): *Zum Biozönose-Begriff. Kapitel aus "Die Auster und die Austernwirtschaft" 1877*. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. 268. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig. 111 S.
- Moffat, Anne Simon (1996): Biodiversity is a boon to ecosystems, not species. *Science* 271: 1497.
- Mooney, Pat & G. Fowler (1991): *Die Saat des Hungers*. rororo aktuell. 12987. Hamburg: Rowohlt. 286 S.
- Moore, George Edward (1978): *Principia ethica*. Cambridge: Cambridge University Press. xxxvii + 313 S. [Orig. 1903].
- Moore, H. D. M., W. V. Holt & Georgina M. Mace (Hg.) (1992): *Biotechnology and the conservation of genetic diversity*. Oxford: Clarendon Press. 248 S.
- Müller, Albrecht (1995): *Ethische Aspekte der Erzeugung und Haltung transgener Nutztiere*. Stuttgart: Enke. viii + 188 S.
- Müller, Felix & Maren Leupelt (Hg.) (1998): *Eco targets, goal functions, and orientors – theoretical concepts and interdisciplinary fundamentals for an integrated, system-based environmental management*. Berlin: Springer. xviii + 630 S.
- Müller, Felix & Sören Nors Nielsen (1996): Thermodynamische Systemauffassungen in der Ökologie. In: K. Mathes, B. Breckling & K. Ekschmitt [Hg.]: *Systemtheorie in der Ökologie*. Landsberg: Ecomed Verlagsgesellschaft, S. 45-50.

- Myers, Norman (1979): *The sinking ark – a new look at the problem of disappearing species*. Oxford: Pergamon Press. 307 S.
- Naem, Shadid, Lindsey J. Thompson, Sharon P. Lawler, John H. Lawton & Richard M. Woodfin (1994): Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature* 368: 734-737.
- Naess, Arne (1996): The shallow and the deep – Begründung der Tiefenökologie. In: U. E. Simonis [Hg.]: *Jahrbuch Ökologie 1997*. München: Beck, S. 130-137.
- Nagl, Walter (1993): Grenzen unseres Wissens am Beispiel der Evolutionstheorie. *Ethik und Sozialwissenschaften* 4(1): 3-16.
- Norton, Bryan G. (1991): *Toward unity among environmentalists*. New York & Oxford: Oxford University Press. xi + 287 S.
- Norton, Bryan G. (1995a): Objectivity, intrinsicity and sustainability: comment on Nelson's 'Health and disease as "thick" concepts in ecosystemic contexts'. *Environmental Values* 4(4): 323-332.
- Norton, Bryan G. (1995b): Why I am not a nonanthropocentrist – Callicott and the failure of monistic inherentism. *Environmental Ethics* 17(4): 341-358.
- Norton, Bryan G. (1996): The constancy of Leopold's Land Ethic. In: A. Light & E. Katz [Hg.]: *Environmental Pragmatism*. London: Routledge. S. 84-102.
- Novikoff, Alex B. (1945): The concept of integrative levels and biology. *Science* 101(2618): 209-215.
- O'Neill, R.V., D.L. DeAngelis, J.B. Waide & Timothy F.H. Allen (1986): *A hierarchical concept of ecosystems*. Princeton Monographs in Population Biology. 23. Princeton: Princeton University Press. 253 S.
- Odum, Eugene P. (1953): *Fundamentals of ecology*. Philadelphia & London: W. B. Saunders. xii + 384 S.
- Odum, Eugene P. (1969): The strategy of ecosystem development. *Science* 164: 262-270.
- Odum, Eugene P. (1975): Diversity as a function of energy flow. In: W. H. Van Dobben & R. H. Lowe-McConnell [Hg.]: *Unifying concepts in ecology*. The Hague: W. Junk, S. 11-14.
- Odum, Eugene P. (1980): *Grundlagen der Ökologie. 2 Bände. Band 1: Grundlagen, Band 2: Standorte und Anwendung*. Stuttgart: Thieme. Bd.1: xxvi + 476 S, Bd. 2: viii + 479-836 S.
- Odum, Eugene P. (1998): Commentary – productivity and biodiversity: a two-way relationship. *Bull. Ecol. Soc. America* 79(1): 125.
- Odum, Howard T. (1983): *Systems ecology – an introduction*. New York: John Wiley. xv + 644 S. S.
- Orians, Gordon H. (1962): Natural selection and ecological theory. *Amer. Naturalist* 96(9/10): 257-263.
- Orians, Gordon H. (1975): Diversity, stability and maturity in natural ecosystems. In: W. H. Van Dobben & R. H. Lowe-McConnell [Hg.]: *Unifying concepts in ecology*. The Hague: W. Junk, S. 139-150.
- Orians, Gordon H. (1998): Human behavioral ecology: 140 years without Darwin is too long. *Bulletin of the Ecological Society of America* 79(1): 15-28.

- Ormond, Rupert F.G & Callum M. Roberts (1997): The biodiversity of coral reef fishes. In: R. F. G. Ormond, J. D. Gage & M. V. Angel [Hg.]: *Marine Biodiversity – patterns and processes*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 216-257.
- Osche, Günther (1966): Grundzüge der allgemeinen Phylogenetik. In: [Hg.]: *Handbuch der Biologie III,2*. Frankfurt a.M.: Athenaion, S. 817-906.
- Ott, Konrad (1996): Wie ist eine diskursethische Begründung von ökologischen Rechts- und Moralnormen möglich? In: K. Ott [Hg.]: *Vom Begründen zum Handeln – Aufsätze zur angewandten Ethik*. Tübingen: Attempto, S. 88-128.
- Ott, Konrad (1997): *Ipsa Facto – Zur ethischen Begründung normativer Implikate wissenschaftlicher Praxis*. Frankfurt: Suhrkamp. 830 S.
- Passmore, John (1980): *Man's responsibility for nature – Ecological Problems and Western Tradition*. London: Duckworth. S. [1.A. 1974].
- Passmore, John (1986): Den Unrat beseitigen – Überlegungen zur ökologischen Mode. In: D. Birnbacher [Hg.]: *Ökologie und Ethik*. Stuttgart: Reclam, S. 207-246.
- Paulus, Hannes F. (1988): Co-Evolution und einseitige Anpassungen in Blüten-Bestäuber-Systemen: Bestäuber als Schrittmacher in der Blütenevolution. *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 81: 25-46.
- Peirce, Charles S. (1906): Prolegomena to an apology for pragmatism. *The Monist* 16: 492-546.
- Peters, Robert Henry (1991): *A critique for ecology*. Cambridge: Cambridge University Press. 366 S.
- Phillips, John (1860): *Life on earth: its origin and succession*. Cambridge & London: Cambridge University. Rede Lecture 32 S.
- Pianka, Eric R (1994): *Evolutionary Ecology*. New York: Harper Collins. x + 486 S.
- Pickett, Steward T. A., Jurek Kolasa & Clive G. Jones (1994): Ecological Understanding – the nature of theory and the theory of nature. San Diego: Academic Press. 206 S.
- Pickett, Steward T.A., V. Thomas Parker & Peggy L. Fiedler (1992): The new paradigm in ecology: implications for conservation biology above the species level. In: P. L. Fiedler & S. K. Jain [Hg.]: *Conservation biology. The theory and practice of conservation, preservation and management*. New York: Chapman & Hall, S. 65-88.
- Pickett, Steward T. A. & P. S. White (Hg.) (1985a): The ecology of natural disturbance and patch dynamics. San Diego & New York: Academic Press. 472 S.
- Pickett, Steward T. A. & P.S. White (1985b): Patch dynamics: a synthesis. In: S. T. A. Pickett & P. S. White [Hg.]: *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. San Diego & New York: Academic Press, S. 371-384 (Kap. 21).
- Pimentel, David, Ulrich Stachow, David A. Takacs, Hans W. Brubaker, Amy H. Dumas, John J. Meaney, John A.S. O'Neil, Douglas E. Onsi & David B. Corzilius (1992): Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems – Most biological diversity exists in human-managed ecosystems. *BioScience* 42(5): 354-363.
- Pimm, Stuart L. (1984): The complexity and stability of ecosystems. *Nature* 307: 321-326.

- Pimm, Stuart L., Michael P. Moulton & Lenora J. Justice (1995): Bird extinctions in the central pacific. In: J. H. Lawton & R. M. May [Hg.]: Extinction rates. Oxford: Oxford University Press, S. 75-87.
- Pittendrigh, Colin S. (1958): Adaptation, natural selection, and behavior. In: A. Roe & G. G. Simpson [Hg.]: Behavior and evolution. New Haven & London: Yale University Press, S. 390-416.
- Plachter, Harald (1991): Naturschutz. UTB 1563. Stuttgart: Gustav Fischer. vii + 463 S.
- Plachter, Harald (1994): Methodische Rahmenbedingungen für synoptische Bewertungsverfahren im Naturschutz. Z. Ökologie u. Naturschutz 3: 87-106.
- Plachter, Harald (1995): Der Beitrag des Naturschutzes zu Schutz und Entwicklung der Umwelt, In: K.-H. Erdmann [Ed.]: Umwelt- und Naturschutz am Ende des 20. Jahrhunderts. Berlin: Springer, S. 197-254.
- Plachter, Harald (1996): Bedeutung und Schutz ökologischer Prozesse. Verh. Ges. Ökologie 26: 287-303.
- Popper, Karl R. (1973): Objektive Erkenntnis – Ein evolutionärer Entwurf. Klassiker des modernen Denkens. Hamburg: Hoffmann & Campe. 480 S. [Orig. 1972: Objective Knowledge].
- Popper, Karl R. (1979): *Das Elend des Historizismus*. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck). xiii+132 S.
- Pörksen, Uwe (1986): Deutsche Naturwissenschaftssprachen – historische und kritische Studien. Forum für Fachsprachen-Forschung. 2. Tübingen: Gunter Narr Verlag. 251 S.
- Pörksen, Uwe (1988): Plastikwörter – die Sprache einer internationalen Diktatur. Stuttgart: Klett-Cotta. 145 S.
- Potthast, Thomas (1990): Freisetzung gentechnologisch veränderter Organismen. In: Arbeitskreis Berufsbild und Selbstverständnis in der Biologie (AK BuSiB e.V.) [Hg.]: Gentechnologie. Göttingen: Selbstverlag, S. 189-210.
- Potthast, Thomas (1996): Die Methode diskursiver Leitbildentwicklung, die Rolle der Ethik und das 'Bewertungsproblem' aus einer wissenschaftsethischen Perspektive. Aktuelle Reihe der BTU Cottbus 8/96: 18-29.
- Potthast, Thomas & Barbara Weber (1995): Der Einsatz gentechnisch veränderter Mikroorganismen zur Reduzierung von Schadstoffbelastungen – unter besonderer Berücksichtigung der Altlastenproblematik. Werkstattreihe. 92. Freiburg i.Br.: Öko-Institut e.V. 130 S.
- Prigogine, Ilya & Isabell Stengers (1980): Dialog mit der Natur – Neue Wege naturwissenschaftlichen Denkens. München & Zürich: R. Piper. 280 S.
- Primack, Richard B. (1995): Naturschutzbiologie. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. xviii + 713 S.
- Rat der Sachverständigen für Umweltfragen, SRU (1996): Umweltgutachten 1996 – Zur Umsetzung einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung. Stuttgart: Verlag Metzler-Poeschel. 468 S.

- Raup, David M. (1992): Krisen der Vielfalt in erdgeschichtlicher Vergangenheit. In: E. O. Wilson [Hg.]: *Ende der biologischen Vielfalt – der Verlust an Arten, Genen und Lebensräumen und die Chancen für eine Umkehr*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, S. 69-75.
- Reich, Michael & Volker Grimm (1996): Das Metapopulationskonzept in Ökologie und Naturschutz: Eine kritische Bestandsaufnahme. *Z. Ökologie u. Naturschutz* 5: 123-139.
- Reid, Walter V., Sarah A. Laird, Carrie A. Meyer, Rodrigo Gámez, Ana Sittenfeld, Daniel H. Janzen, Michael A. Gollin & Calestous Juma (1993): *Biodiversity Prospecting: using genetic resources for sustainable development*. A contribution to the WRI/IUCN/UNEP Global Biodiversity Strategy. Baltimore MD: World Resources Institute (WRI), USA; Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Costa Rica; Rainforest Alliance, USA; African Centre for Technology Study (ACTS), Kenya. ix + 341 S.
- Remane, Adolf (1950): Ordnungsformen der lebenden Natur. *Studium Generale* 3: 404-410.
- Remane, Adolf (1954): Ordnungsformen in der lebenden Natur. In: [Hg.]: *Jahrbuch der Akademie der Wissenschaften und Literatur*. Mainz, S. 195-209.
- Remmert, Hermann (1987): Sukzessionen im Klimax-System. *Verh. Ges. Ökol.* 15: 27-34.
- Remmert, Hermann (1988): Gleichgewicht durch Katastrophen – stimmen unsere Vorstellungen von Harmonie und Gleichgewicht in der Ökologie noch? In: P. Fischer & C. Kunze [Hg.]: *Das Gleichgewicht der Natur*. , S. 7-17.
- Remmert, Hermann (1989): *Ökologie – Ein Lehrbuch*. Berlin: Springer. 374 S.
- Remmert, Hermann (1991): The mosaic-cycle concept of ecosystems – an overview. In: H. Remmert [Hg.]: *The mosaic-cycle concept of ecosystems*. Berlin: Springer, S. 1-21.
- Riddiford, Anna & David Penny (1984): The scientific status of modern evolutionary theory. In: J. W. Pollard [Hg.]: *Evolutionary theory: paths into the future*. Chichester: John Wiley & Sons, S. 1-38.
- Riedl, Ulrich (1991): *Integrierter Naturschutz – Notwendigkeit des Umdenkens, normativer Begründungszusammenhang, konzeptioneller Ansatz*. Beiträge zur räumlichen Planung. 31. Hannover: 303 S.
- Ring, Irene (1997): Evolutionary strategies in environmental policy. *Ecological Economics* 23: 237-249.
- Rodd, Rosemary (1990): *Biology, ethics, and animals*. Oxford: Clarendon (Oxford University Press). 272 S.
- Rolston III., Holmes (1988): *Environmental Ethics – Duties and values in the natural world*. Philadelphia: Temple University Press. S.
- Rolston III., Holmes (1997): Werte in der Natur und die Natur der Werte. In: A. Krebs [Hg.]: *Naturethik*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 247-270.
- Root, Richard B. (1973): Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecol. Monogr.* 43: 95-120.
- Rottschaefel, William A. (1991): Evolutionary naturalistic justifications of morality: a matter of faith and works. *Biology and Philosophy* 6(3): 341-349.
- Rowe, J. Stan (1961): The level-of-integration concept and ecology. *Ecology* 42(42): 420-427.

- Rudorff, Ernst (1880): Über das Verhältniß des modernen Lebens zur Natur. *Preuß. Jb.* (Nachdruck in: *Natur und Landschaft* 65(3): 119-125, 1988) 45(3): 261-276.
- Rudwick, Martin J.S. (1972): *The meaning of fossils – episodes from the history of palaeontology*. London & New York: Macmillan & American Elsevier. 287 S.
- Ruse, Michael (1986): *Taking Darwin Seriously – a naturalistic approach to philosophy*. Oxford & New York: Basil Blackwell. 303 S.
- Sachs, Wolfgang (Hg.) (1994): *Der Planet als Patient – Über die Widersprüche globaler Umweltpolitik*. Basel: Birkhäuser. 290 S.
- Salthé, Stanley N. (1985): *Evolving hierarchical systems*. New York: Columbia University Press. x + 343 S.
- Saunders, Peter T. (1988): Sociobiology: a house built on sand. In: M.-W. Ho & S. W. Fox [Hg.]: *Evolutionary Processes and Metaphors*. London: John Wiley & Sons, S. 275-294.
- Scheich, Elvira (1995): Klassifiziert nach Geschlecht – Die Funktionalisierung des Weiblichen für die Genealogie des Lebendigen in Darwins Abtsammungslehre. In: B. Orland & E. Scheich [Hg.]: *Das Geschlecht der Natur*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, S. 270-288.
- Schell, Thomas von (1994): Die Freisetzung gentechnisch veränderter Mikroorganismen – ein Versuch interdisziplinärer Urteilsbildung. *Ethik in den Wissenschaften*. 6. Tübingen: Attempto. 644 S.
- Schelling, Friedrich Wilhelm Joseph (1799): Einleitung zu seinem Entwurf eines Systems der Naturphilosophie oder: ueber den Begriff der speculativen Physik und die innere Organisation eines Sytems dieser Wissenschaft. Jena & Leipzig: Gabler. 321 S.
- Scherzinger, Wolfgang (1990): Das Dynamik-Konzept im flächenhaften Naturschutz – Zieldiskussion am Beispiel der Nationalpark-Idee. *Natur und Landschaft* 65(6): 292-298.
- Schieferstein, Barbara (1997): Ökologische und molekularbiologische Untersuchungen an Schilf (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) im Bereich der Bornhöveder Seen. *EcoSys*, Suppl. Bd. 22, 143 S.
- Schimper, Andreas F.W. (1898): *Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*. Jena: Gustav Fischer. 876 S.
- Schlosser, Gerhard (1996): Der Organismus – eine Fiktion? *Jahrbuch für Geschichte und Theorie der Biologie* 3: 75-92.
- Schmitt, Michael (1993): Für ein ganzheitliches Evolutionsverständnis. In: G. Kaiser, D. Matejovski & J. Fedrowitz [Hg.]: *Kultur und Technik im 21. Jahrhundert*. Frankfurt a.M. & New York: Campus, S. 285-287.
- Schmitt, Michael (1994): Die unendliche Synthese – Erweiterungen der Evolutionstheorie seit 1950. *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i.Br.* 82/83: 169-192.
- Schonewald-Cox, Christine M., Steven M. Chambers, Bruce MacBryde & Larry Thomas (Hg.) (1983): *Genetics and conservation – A reference for managing wild animal and plant populations*. Menlo Park CA: Benjamin/Cummings Publishing Company. XXII + 722 S.
- Schulze, Ernst-Detlev & Harold A. Mooney (Hg.) (1993): *Biodiversity and ecosystem function*. Berlin: Springer. xxiii + 525 S.

- Schwarz, Astrid E. (1996): Aus Gestalten werden Systeme: Frühe Systemtheorie in der Biologie. In: K. Mathes, B. Breckling & K. Ekschmitt [Hg.]: Systemtheorie in der Ökologie. Landsberg: Ecomed Verlagsgesellschaft, S. 35-43.
- Schwarz, Astrid E. & Ludwig Trepl (1998): The relativity of orientors: interdependence of ecological and sociopolitical developments. In: F. Müller & M. Leupelt [Hg.]: Eco targets, goal functions, and orientors – theoretical concepts and interdisciplinary fundamentals for an integrated, system-based environmental management. Berlin: Springer, S. 251-264.
- Schweitzer, Albert (1981): Kultur und Ethik. Beck'sche Sonderausgaben. Sonderausgabe mit Einschluß von "Verfall und Wiederaufbau der Kultur". München: C.H. Beck. 372 S. [Orig. 1923].
- Seel, Martin (1995): Eine Ästhetik der Natur. stw 1231. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. 389 S.
- Settele, Josef, Chris Margules, Peter Poschlod & Klaus Henle (Hg.) (1996): Species survival in fragmented landscapes. Dordrecht: Kluwer. xvi + 381 S.
- Shrader-Frechette, Kristin S. (1990): Biological Holism and the evolution of ethics: a review of Essays In Environmental Philosophy by J. Baird Callicott (with reply from Callicott and answer). *Between the Species* 6(4): 185-192.
- Shrader-Frechette, Kristin S. & Earl D. McCoy (1993): Method in ecology – strategies for conservation. Cambridge: Cambridge University Press. ix + 328 S.
- Simberloff, Daniel (1980): A succession of paradigms in ecology: essentialism to materialism and probabilism. *Synthese* 43: 3-39.
- Simpson, E.H. (1949): Measurement of diversity. *Nature* 163(April 30): 688.
- Simpson, George Gaylord (1984): Tempo and mode in evolution. with a new introduction by George Gaylord Simpson. New York & Guildford: Columbia University Press. xxx + 237 S. [Orig. 1944].
- Skorupinski, Barbara (1996): Gentechnik für die Schädlingsbekämpfung. Eine ethische Bewertung der Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen in der Landwirtschaft. Stuttgart: Enke. 357 S.
- Slobodkin, L. B. (1968): Toward a predictive theory of evolution. In: R. C. Lewontin [Hg.]: Population biology and evolution. Syracuse NY: Syracuse Univ. Press, S. 187-205.
- Smocovitis, Vassiliki Betty (1996): Unifying biology – The evolutionary synthesis and evolutionary biology. Princeton NJ: Princeton University Press. xxiv + 230 S.
- Smuts, Jan Christiaan (1926): Holism and Evolution. London: MacMillan. xiii + 368 S.
- Sohn-Rethel, Alfred (1970): Geistige und körperliche Arbeit. Zur Theorie gesellschaftlicher Synthesis. Frankfurt/M: Suhrkamp. 212 S.
- Solbrig, Otto T. (1994): Biodiversität – Wissenschaftliche Fragen und Vorschläge für die internationale Forschung (engl.Orig.1991). Dt. Nationalkomite für das UNESCO-Programm "Der Mensch und die Biosphäre" (MAB). Bonn: 88 S.
- Sommer, Ulrich (1991): Directional succession and forced cycles. In: H. Remmert [Hg.]: The mosaic-cycle concepts of ecosystems. Berlin: Springer, S. 132-146.
- Sommer, Ulrich (1996): Can ecosystem properties be optimized by natural selection? *Senckenbergiana maritima* 27(3/6): 145-150.

- Spaemann, Robert & Reinhard Löw (1885): Die Frage wozu? Geschichte und Wiederentdeckung des teleologischen Denkens. Seire Piper. 748. München & Zürich: Piper. 316 S.
- Spencer, Herbert (1996): First principles. Collected Writings, Vol. 5, London: Routledge, xvi + 559 S. [reprint der Ausg. von 1867].
- Stegmüller, Wolfgang (1983): Kapitel II: Erklärung, Voraussage, Retrodiktion und andere Formen der wissenschaftlichen Systematisierung. In: ders. [Hg.]: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und analytischen Philosophie. Berlin: Springer, S. 191-217.
- Stent, Gunther S. (1983): Ethische Dilemmas in der Humanbiologie. Mannheimer Forum 82/83: 9-59.
- Sturm, Knut (1993): Prozeßschutz – ein Konzept für naturschutzgerechte Waldwirtschaft. Z. Ökologie u. Naturschutz 2: 181-192.
- Takacs, David (1996): *The idea of biodiversity – philosophies of paradise*. Baltimore & London: Johns Hopkins University Press. xiii + 393 S.
- Tansley, Arthur G. (1935): The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology* 16: 284-307.
- Taylor, Peter J. (1988): Technocratic optimism, H. T. Odum, and the partial transformation of ecological metaphor after World War II. *J. History of Biology* 21(2): 213-244.
- Thienemann, August (1941): Leben und Umwelt. In: A. Meyer-Abich [Hg.]: *BIOS – Abhandlungen zur theoretischen Biologie und ihrer Geschichte, sowie zur Philosophie der organischen Naturwissenschaften*. Leipzig: Barth, S. x + 122.
- Thoreau, Henry David (1989): *Walden and other writings*. Bantam Classic. New York: Bantam. 436 S. [Orig. 'Walden' 1854].
- Tiedje, J. M., R. K. Colwell, Y. J. Grossmann, R. E. Hodson, R. E. Lenski, R. N. Mack & P. J. Regal (1989): The planned introduction of genetically engineered organisms – ecological considerations and recommendations. *Ecology* 70(2): 298-315.
- Tilman, David & John A. Downing (1994): Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367: 363-365.
- Tischler, Wolfgang (1951a): Zur Synthese biozönotischer Forschung. *Acta Biotheoretica* 9: 135-162.
- Tischler, Wolfgang (1951b): Der biozönotische Konnex. *Biologisches Zentralblatt* 70: 517-523.
- Tischler, Wolfgang (1992): *Ein Zeitbild vom Werden der Ökologie*. Stuttgart & Jena: Gustav Fischer. x + 185 S.
- Toulmin, Stephen (1982): *The return to cosmology – postmodern science and the theology of nature*. Berkeley: University of California Press. 283 S.
- Treml, Alfred K. (1992): *Überlebensethik – Stichworte zur Praktischen Vernunft im Horizont der ökologischen Krise*. edition differenz 1. Tübingen & Hamburg: Schöppe und Schwarzenbart. 232 S.
- Treml, Alfred K. & Ulrike Baumann (1992): Schöpfung oder Evolution? Ethische Konsequenzen eines Paradigmawechsels. In: A. K. Treml [Hg.]: *Überlebensethik*. Tübingen & Hamburg: Schöppe und Schwarzenbart, S. 88-102.

- Trepl, Ludwig (1987): *Geschichte der Ökologie – Vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart. 10 Vorlesungen*. Athenäum Taschenbücher. 4070. Frankfurt a.M.: Athenäum. 280 S.
- Trepl, Ludwig (1988): Gibt es Ökosysteme? *Landschaft + Stadt* 20(4): 176-185.
- Trepl, Ludwig (1991): Forschungsdefizite: Naturschutzbegründungen. In: K. Henle & G. Kaule [Hg.]: *Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland*. Jülich: Forschungszentrum, S. 424-423.
- Trepl, Ludwig (1994): Competition and coexistence: on the historical background in ecology and the influence of economy and social sciences. *Ecological Modelling* 75/76: 99-110.
- Trepl, Ludwig (1995): Die Diversitäts-Stabilitäts-Diskussion in der Ökologie. *Ber. ANL*, Beiheft 12: 35-49.
- Trepl, Ludwig (1996): Die Landschaft und die Wissenschaft. In: W. Konold [Hg.]: *Naturlandschaft – Kulturlandschaft: die Veränderung der Landschaften nach der Nutzbarmachung durch den Menschen*. Landsberg: ecomed, S. 13-26.
- Uexküll, Jakob von (1973): *Theoretische Biologie*. stw. 20. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. xxiii + 377 S. [Orig. 1920].
- Ulrich, Roger S. (1993): Biophilia, biophobia, and natural landscapes. In: S. R. Kellert & E. O. Wilson [Hg.]: *The Biophilia Hypothesis*. Washington D.C. & Covelo CA: Shearwater (Island Press), S. 77-137.
- United Nations Environmental Program, UNEP (1992): *Agenda 21*. United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, S.
- United Nations Environmental Program, UNEP (Hg.) (1995): *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press. xi + 1140 S.
- Usher, Michael B. & Wolfgang Erz (1994): *Erfassen und Bewerten im Naturschutz (veränderte und erweiterte Fassung der engl. Ausg. von 1986)*. UTB Grosse Reihe. Wiesbaden: Quelle & Meyer. 340 S.
- Van der Weele, C. (1993): Explaining embryological development. Should integration be the goal? *Biology and Philosophy* 8(4): 385-397.
- Van Dobben, W.H. & R.H. Lowe-McConnell, [Hg.] 1975: *Unifying concepts in ecology*. The Hague: W. Junk. 302 S.
- Van Valen, Leigh (1973): A new evolutionary law. *Evolutionary Theory* 1: 1-30.
- Van Valen, Leigh (1992): Ecological species, multispecies, and oaks. In: M. Ereshefsky [Hg.]: *The units of evolution – essays on the nature of species*. Cambridge MA & London: MIT Press, S. 69-77.
- Vavilov, Nicolai I. (1992): *Origin and Geography of cultivated plants (russ. Ausg. 1987; Beiträge von 1920-1940)*. Cambridge: Cambridge University Press. 498 S.
- Vernadsky, W.I. (1944): Problems of biogeochemistry, II – The fundamental matter-energy difference between the living and the inert natural bodies of the biosphere. *Trans. Connecticut Acad. Arts and Sciences* 35: 483-517.
- Vollmer, Gerhard (1975): *Evolutionäre Erkenntnistheorie – Angeborene Erkenntnisstrukturen im Kontext von Biologie, Psychologie, Linguistik, Philosophie und Wissenschaftstheorie*. Stuttgart: Hirzel. 209 S.

- Vrba, Elisabeth S. (1989): Levels of selection and sorting with special reference to the species level. *Oxford Surveys in Evolutionary Biology* 6: 111-168.
- Wahlert, Gerd von (1996): Evolution als die Geschichte der belebten Erde: eine ergänzende Perspektive. *Jahrbuch für Geschichte und Theorie der Biologie* 3: 131-180.
- Walker, Timothy D. & James W. Valentine (1984): Equilibrium models of evolutionary species diversity and the number of empty niches. *American Naturalist* 126(6): 887-899.
- Ward, Peter Douglas (1995): *The end of evolution – dinosaurs, mass extinctions, and biodiversity*. London: Weidenfeld & Nicolson. xviii + 302 S.
- Warming, Eugenius (1896): *Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Eine Einführung in die Kenntnis der Pflanzenvereine*. Berlin: Borntraeger. 412 S. [dän. Orig. 1895: Plantsamefund].
- Watt, Alex S. (1947): Pattern and process in the plant community. *Journal of Ecology* 35: 1-22.
- Weber, Barbara (1993): *Evolutionsbiologische Argumente in der Risikodiskussion am Beispiel der transgenen herbizidresistenten Pflanzen*. Werkstattreihe Nr. 91. 91. Freiburg i.Br.: Öko-Institut e.V. 146 S.
- Weber, Max (1917): Der Sinn der "Wertfreiheit" der soziologischen und ökonomischen Wissenschaften. In: J. Winckelmann [Hg.]: *Max Weber: Gesammelte Aufsätze zu Wissenschaftslehre (5 Aufl. 1982)*. Tübingen: UTB, S. 489-540.
- Weingarten, Michael (1993): *Organismen – Objekte oder Subjekte der Evolution? Philosophische Studien zum Paradigmawechsel in der Evolutionsbiologie*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft. 314 S.
- Weingarten, Michael & Mathias Gutmann (1993): Artbegriffe und Evolutionstheorie – Die Erzeugung der Arten und die Art der Erzeugung. *Carolinea*, Beiheft 8: 60-74.
- Weismann, August (1885): *Die Kontinuität des Keimplasmas*. Jena: G. Fischer. 122 S.
- Weizsäcker, Christine von (1991): *Fehlerfreundlichkeit und Gentechnologie – Fragen zu Evolution und Risiko (Vortragsmanuskript)*. Fachtagung "Freisetzung von genmanipulierten Mikroorganismen und Pflanzen – Anwendungsmöglichkeiten und Risiken", ETH Zürich, 19 S.
- Weizsäcker, Christine von (1994): Vielfalt im Verständnis von Artenvielfalt. In: W. Sachs [Hg.]: *Die Erde als Patient – Über die Widersprüche globaler Umweltpolitik*. Basel: Birkhäuser, S. 113-135.
- Weizsäcker, Christine von & Ernst Ulrich von Weizsäcker (1986): Fehlerfreundlichkeit als Evolutionsprinzip und Kriterium der Technikbewertung. *Universitas* 41: 791-799.
- Weizsäcker, Christine von & Ulrich von Weizsäcker (1984): Fehlerfreundlichkeit. In: K. Kornwachs [Hg.]: *Offenheit, Zeitlichkeit, Komplexität – zur Theorie der Offenen Systeme*, S. 168-201.
- Weizsäcker, Ernst-Ulrich von & Christine von Weizsäcker (1972): Wiederaufnahme der begrifflichen Frage: Was ist Information. *Abh. Dt. Akad. Naturf. Leopoldina N.F.* 206(37/1): 535-555.

- Weiß, Ludger (Hg.) (1989): *Die Träume der Genetik – Gentechnische Utopien von sozialem Fortschritt*. Nördlingen: Delphi Politik verlegt bei Greno. 227 S.
- Westra, Laura (1994): *The principle of integrity – an environmental proposal for ethics*. Lanham MD: Rowman & Littlefield. xxi + 235 S.
- White Jr., Lynn (1967): The historical roots of our ecological crisis. *Science* 155: 1203-1207.
- White, Peter S. & Susan P. Bratton (1980): After preservation: philosophical and practical problems of change. *Biological Conservation* (18): 241-255.
- White, P. S. & Stuart T. A. Pickett (1985): Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. In: S. T. A. Pickett & P. S. White [Hg.]: *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. San Diego & New York: Academic Press, S. 3-13.
- Whitehead, Alfred North (1995): *Prozeß und Realität. Entwurf einer Kosmologie*. stw 690. übersetzt und mit einem Nachwort versehen von Hans Günther Holl. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. 666 S. [Orig. 1929: Process and reality. An essay in cosmology].
- Whittaker, Robert H. (1975): The design and stability of plant communities. In: W. H. VanDobben & R. H. Lowe-McConnell [Hg.]: *Unifying concepts in ecology*. The Hague: W. Junk, S. 169-181.
- Whittaker, Robert H. (1977): Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary Biology* 10(1-67).
- Wiegleb, Gerhard (1996): Konzepte der Hierarchie-Theorie in der Ökologie. In: K. Mathes, B. Breckling & K. Ekschmitt [Hg.]: *Systemtheorie in der Ökologie*. Landsberg: Ecomed Verlagsgesellschaft, S. 7-24.
- Wiegleb, Gerhard (1997): Leitbildmethode und naturschutzfachliche Bewertung. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 6: 43-62.
- Wiegleb, Gerhard & Udo Bröring (1996): The position of epistemological emergentism in ecology. *Senckenbergiana maritima* 27(3/6): 179-193.
- Wiens, John A. (1995): Landscape mosaics and ecological theory. In: L. Hansson, L. Fahrig & G. Merriam [Hg.]: *Mosaic Landscapes and Ecological Processes*. London: Chapman and Hall, S. 1-26.
- Williams, C.B. (1946): Yule's 'Characteristic' and the 'Index of Diversity'. *Nature* 157: 482.
- Williams, George C. (1966): *Adaptation and natural selection – a critique of some current evolutionary thought*. unveränderter Paperback-Nachdruck von 1974. Princeton: Princeton University Press. 307 S.
- Williams, George C. (1992): *Natural selection: domains, levels, and challenges*. Oxford Series in Ecology and Evolution. 4. New York & Oxford: Oxford University Press. 208 S.
- Wilson, David Sloan (1997a): Introduction: multilevel selection theory comes of age. *American Naturalist* 150(Supplement): S1-S4.
- Wilson, David Sloan (1997b): Altruism and organism: disentangling the themes of multilevel selection theory. *American Naturalist* 150(Supplement): S122-S134.
- Wilson, Edward O. (1969): The species equilibrium. In: Woodwell & Smith [Hg.]: *Diversity and stability in ecological systems*. Brookhaven Symp. Biol. 22. , S. 38-47.
- Wilson, Edward O. (1975): *Sociobiology – the new synthesis*. Cambridge MA: Belknap (Harvard University Press). 697 S.

- Wilson, Edward O. (1980): *Biologie als Schicksal – die soziobiologischen Grundlagen menschlichen Verhaltens*. Frankfurt a.M.: Ullstein. 223 S. [Orig. 1978: On human nature].
- Wilson, Edward O. (1984): *Biophilia – the human bond with other species*. Cambridge MA & London: Harvard University Press. 157 S.
- Wilson, Edward O. (1991): Biodiversity, prosperity and value. In: F. H. Bormann & S. R. Kellert [Hg.]: *The broken circle: ecology, economics, ethics*. New Haven CT & London: Yale University Press, S. 3-10.
- Wilson, Edward O. (Hg.) (1992a): *Ende der biologischen Vielfalt – der Verlust an Arten, Genen und Lebensräumen und die Chancen für eine Umkehr*. Heidelberg: Spektrum Akad. Verl. 557 S.
- Wilson, Edward O. (1992b): Der gegenwärtige Stand der biologischen Vielfalt. In: E. O. Wilson [Hg.]: *Ende der biologischen Vielfalt – der Verlust an Arten, Genen und Lebensräumen und die Chancen für eine Umkehr [engl. Orig. 1988]*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, S. 19-36.
- Wilson, Edward O. (1993): Biophilia and the conservation ethic. In: S. R. Kellert & E. O. Wilson [Hg.]: *The Biophilia Hypothesis*. Washington D.C. & Covelo CA: Island Press, S. 31-41.
- Wöhrmann, Klaus & Volker Loeschke (1984): *Population Biology and Evolution*. Berlin: Springer. vi + 270 S.
- Wöhrmann, Klaus, Jürgen Tomiuk, Carolin Pollex & A. Grimm (1993): *Evolutionsbiologische Risiken bei Freisetzungen gentechnisch veränderter Organismen in die Umwelt*. Tübingen, Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsvorhaben 108 02 099: 85 S.
- Wolstenholme, Gordon (Hg.) (1963): *Man and his future*. London: Churchill. v + 410 S.
- Woodwell, G. M. & P. Smith (Hg.) (1969): *Diversity and stability in ecological systems*. Upton NY: vii + 264 S.
- Worster, Donald (1990): The ecology of order and chaos. *Environmental History Review* 14: 1-18.
- Worster, Donald (1995): *Nature's Economy: a history of ecological ideas*. Second edition. New York: Cambridge University Press. xiii + 505 S.
- Wright, Sewall (1931): Evolution in mendelian populations. *Genetics* 16: 27-159.
- Yaffee, Stephen Lewis (1994): *The wisdom of the spotted owl – policy lessons for a new century*. Washington D.C. & Covelo CA: Island Press. xxvii + 430 S.
- Young, Robert A. (1985): *Darwin's Metaphor – Nature's place in Victorian culture*. Cambridge: Cambridge University Press. xvii + 341 S.
- Zimmerman, Michael E. (1994): *Contesting Earth's future: radical ecology and postmodernity*. Berkeley & Los Angeles: University of California Press. 445 S.
- Zwanzig, Günter W. (1987): Anthropozentrik und Strukturkonservatismus im Naturschutzrecht – Entgegnung auf die Stellungnahme zur Novellierung des BNatSchG durch Prof.Dr. Albert von Mutius vom 5.9.1985. *Natur und Landschaft* 62(1): 3-8.

Zwölfer, Helmut (1988): Evolution and ecological relationships of the insect fauna of thistles.
Annual Review of Entomology 33: 103-122.

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Fünf Perspektiven, in der Ethik mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen umzugehen	44
Tab. 2:	Gliederung des Bewertungsbegriffs und seiner unterschiedlichen Bezugsebenen in der Naturschutzpraxis.....	46
Tab. 3:	Begriffsklärungen zentraler Termini in der Metatheorie der Ökologie	58
Tab. 4:	Systematisierungsvorschlag für den Begriff »Störung« in der Ökologie	75
Tab. 5:	Theoretische Aspekte der Integration von Evolutionsbiologie und Ökologie	82
Tab. 6:	Verknüpfungen von Evolutionsbiologie und Ökologie in verschiedenen Theorieansätzen der Ökologie.	91
Tab. 7:	Eigenschaften der Elemente in traditionellen und modifizierten taxonomischen Hierarchien.	98
Tab. 8:	Evolutionäre, ökologisch-biotische und ökosystemare Hierarchien	110
Tab. 9:	Alte und neue Perspektiven des Naturschutzes und die evolutionsbiologischen Aspekte	122
Tab. 10:	Begriffsklärungen und Systematik zentraler Termini der Naturethik	131
Tab. 11:	Spiegelverkehrte Bezüge zwischen anthropozentrischen und physiozentrischen Positionen zur Umweltkrise und Orientierung der Ethik	158
Tab. 12:	Unterschiedliche Bedeutungen des Prozeßbegriffs im Kontext des Naturschutzes	197
Tab. 13:	Evolution und das Mensch-Natur-Verhältnis in analytisch-dualistischer und utopisch-dialektischer Perspektive	259
Tab. 14:	Fünf Perspektiven des Verhältnisses von Evolutionsbiologie und Naturschutzethik	264