



ÖSTERREICHISCHES INSTITUT  
FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

## ÖKOLOGISCHE LEITPLANKEN EINER NACHHALTIGEN ENTWICKLUNG

Brigitte Ömer

UMWELT  
GESELLSCHAFT  
WIRTSCHAFT

Studie erstellt im Auftrag des

bm:bwk

**ÖKOLOGISCHE LEITPLANKEN EINER NACHHALTIGEN ENTWICKLUNG**  
**Umsetzungsorientierte Modellbildung zur**  
**Transformation ökologischer Lebensprinzipien in gesellschaftliche Werte**  
**Endbericht**

Brigitte Ömer

Erstellt vom  
Österreichischen Institut für Nachhaltige Entwicklung  
im Auftrag des  
Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur  
Wien 2000

*Ömer, B.: Ökologische Leitplanken einer Nachhaltigen Entwicklung – Umsetzungsorientierte Modellbildung zur Transformation ökologischer Lebensprinzipien in gesellschaftliche Werte. (Schriftenreihe des Österreichischen Instituts für Nachhaltige Entwicklung, Band 6), Wien 2000 ISBN 3-9500881-3-x*

*Impressum:*

*Medieninhaber, Herausgeber und Verleger:  
Österreichisches Institut für Nachhaltige Entwicklung  
c/o Universität für Bodenkultur  
Lindengasse 2/12  
A-1070 Wien  
Tel. +43/1/5246847-0  
Fax +43/1/5246847-20  
e-mail: oin@boku.ac.at*

*Erstellt im Auftrag des  
Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur  
Projektleitung: Univ.-Doz. Dr. Dietmar Kanatschnig*

*Graphische Gestaltung:  
Mag. Gertraud Ömer*

*Druck:  
Wagner GesmbH, Darnautgasse 5, A-1120 Wien*

*Die Drucklegung dieser Studie wurde vom Bundesministerium für Verkehr,  
Innovation und Technologie gefördert.*

# V

## ORWORT

Seit einiger Zeit wird der Ruf nach einer nachhaltigen Entwicklung — auf globaler, nationaler und regionaler Ebene — immer lauter. Auch die Einsicht nimmt zu, dass die ökologische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung gemeinsam gestaltet werden sollte. Die Natur kann nicht unbegrenzt beansprucht werden, daher müssen für eine zukunftsfähige sozioökonomische Entwicklung „ökologische Leitplanken“ berücksichtigt werden. Bisweilen blieben diese ökologischen Leitplanken aber zu unbestimmt, um für die praktische Umsetzung relevant zu sein.

Das vorliegende, vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (Abteilung Umweltwissenschaften) in Auftrag gegebene Projekt versucht, diese Lücke zu schließen. Es tut dies, indem ökologische Erfordernisse in gesellschaftliche Werte transformiert werden. Es geht davon aus, dass durch die Beachtung dieser gesellschaftlichen Werte bei Entscheidungen automatisch die ökologischen Leitplanken berücksichtigt werden.

Erstmals wird damit für die Praxis ein handhabbares Instrument angeboten, mit dem geprüft werden kann, ob politische Entscheidungen und beabsichtigte praktische Maßnahmen auch tatsächlich mit dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung vereinbar sind. Mit diesem Instrument kann auch die Qualitätssicherung für nachhaltigkeitsbezogene Prozesse (z.B. Lokale Agenda 21-Prozesse) unterstützt und die Koordination von Maßnahmen aus Politik, Wirtschaft und Verwaltung erleichtert werden.

Die Anwendung der Ergebnisse des Projektes unterstützt ein neues Planungsverständnis: Nicht die Reglementierung und Vorgabe von Details, sondern die Orientierung an normativen Werten gibt Richtungssicherheit. Unter Einbeziehung der Betroffenen sollen diese Werte in Ziele und Maßnahmen konkretisiert und umgesetzt werden. Auf diese Weise entsteht eine Vielfalt systemangepasster Lösungen, durch die eine nachhaltige Entwicklung erst möglich wird.

*Christian Smoliner*

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur

*Karolina Begusch-Pfefferkorn*

Koordinationsbüro Kulturlandschaftsforschung

*Dietmar Kanatschnig*

Österreichisches Institut für Nachhaltige Entwicklung



## NHALTSVERZEICHNIS

<b>KURZFASSUNG</b>	<b>9</b>
<b>EINLEITUNG ODER WAS BEDEUTET DAS SPRACHBILD „ÖKOLOGISCHE LEITPLANKEN“?</b>	<b>11</b>
<b>1 SYSTEMATIK VON LEITPLANKEN-ANSÄTZEN UND METHODEN</b>	<b>15</b>
1.1 Systematik ökologischer Leitplanken-Ansätze	15
1.1.1 Inhaltliche Dimension	16
1.1.1.1 Invariable (existenzorientierte) Leitplanken	16
1.1.1.2 Variable (qualitätsorientierte) Leitplanken	17
1.1.2 Methodische Dimension	18
1.1.2.1 Quantitative Leitplanken	18
1.1.2.2 Qualitative Leitplanken	18
1.1.3 Verbindung von inhaltlicher und methodischer Dimension	19
1.2 Quantitative Ansätze	20
1.2.1 Critical Loads und Critical Levels	20
1.2.2 Der Leitplanken-Ansatz des WBGU für den Klimabereich	23
1.2.2.1 Das Invers-Szenario	24
1.2.2.2 Tolerable Windows Approach	26
1.2.2.3 Allgemeine Darstellung des Leitplanken-Konzeptes des WBGU	29
1.3 Qualitative Ansätze	30
1.3.1 Umweltqualitätsziele	31
1.3.2 Das ökologisch-gesellschaftliche Transformationsmodell	33
<b>2 ETHISCHE FUNDAMENTIERUNG EINES NACHHALTIGKEITSBEZOGENEN LEITPLANKENKONZEPTES</b>	<b>35</b>
2.1 Notwendigkeit einer ethischen Fundamentierung	35
2.2 Umweltethische Ansätze	36
2.2.1 Ansätze beim Subjekt des Handelns	36
2.2.2 Ansätze beim Objekt des Handelns	37
2.2.3 Zielbezogene Ansätze	39
2.3 Grundzüge einer Ethik für nachhaltige Entwicklung	40
2.3.1 Verknüpfung von Sozialethik und Umweltethik	41
2.3.2 Intergenerative Betrachtung des human-naturalen Gesamtsystems	42

<b>3 DAS ÖKOLOGISCH-GESELLSCHAFTLICHE TRANSFORMATIONSMODELL</b>	<b>45</b>
3.1 Phase 1: Zielbestimmung Nachhaltige Entwicklung	47
3.1.1 Nachhaltige Entwicklung als regulative Idee	49
3.1.2 Nachhaltige Entwicklung als integratives Konzept	50
3.1.2.1 Die drei Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung	50
3.1.2.1.1 Die ökologische Dimension	51
3.1.2.1.2 Die soziale Dimension	52
3.1.2.1.3 Die ökonomische Dimension	53
3.1.2.2 Integration der drei Dimensionen	54
3.1.3 Ausrichtung der "Strong Sustainability"	56
3.2 Phase 2: Bewahrung der Ecosystem Sustainability	58
3.2.1 Eigenschaften natürlicher Systeme	59
3.2.1.1 Komplexität und Diversität	61
3.2.1.2 Offenheit	63
3.2.1.3 Hierarchie und Vernetzung	64
3.2.1.4 Selbstorganisation	65
3.2.1.5 Autopoiese	67
3.2.2 Natürliche Dynamik	68
3.2.2.1 Dynamik des Zustands	68
3.2.2.2 Dynamik der Entwicklung	70
3.2.3 Interaktive Kontrollmechanismen	73
3.3 Phase 3: Koevolutionäre Vernetzung von Natur- und Humansystem	76
3.3.1 Vergleich von Natursystem und Humansystem	78
3.3.1.1 Entropische Prozesse	78
3.3.1.2 Evolution und Fristigkeit	84
3.3.2 Leitwerte der Lebensfähigkeit von Systemen nach H. BOSEL	86
3.3.2.1 Eigenschaften und Bedeutung der Leitwerte	87
3.3.2.2 Inhaltliche Bestimmung der Leitwerte	88
3.3.2.3 Die Leitwerte im gesellschaftlichen und ökologischen Kontext	90
3.3.3 Bedingungen für eine Koevolution von Natur- und Humansystem	92
3.4 Phase 4: Transformation ökologischer Prinzipien in gesellschaftliche Werte	99
3.4.1 Ökologische Lebens- und Funktionsprinzipien	100
3.4.2 Schritt I: Transformation ökologischer Prinzipien in sozioökonomische Ziele	101

3.4.3	Schritt II: Transformation der Ziele in gesellschaftliche Werte	101
3.4.3.1	Ziele zur Erhaltung der ökologischen Voraussetzungen	104
3.4.3.2	Ziele zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft	106
3.5	Phase 5: Entwicklung von Leitbildern und Leitzielen	109
3.5.1	Eigenschaften und Funktionen von Leitbildern	111
3.5.2	Erarbeitung von Leitlinien und Leitzielen	113
3.6	Phase 6: Ableitung von Maßnahmen und Indikatoren	115
3.6.1	Kriterien für die Maßnahmendefinition	116
3.6.2	Erfolgskontrolle durch partizipative Indikatoren	117
<b>4</b>	<b>ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN</b>	<b>121</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>		<b>123</b>



Gemäß den Definitionen zum Konzept der Nachhaltigen Entwicklung kann die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung nur dann als „nachhaltig“ bezeichnet werden, wenn sie innerhalb vorgegebener ökologischer Grenzen verläuft resp. die ökologische Tragfähigkeit nicht überschreitet. Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der Frage, wie diese sogenannten „ökologischen Leitplanken“ konkret festgelegt und operationalisiert werden können. Dabei wurde erstens eine Systematik ökologischer Leitplanken-Ansätze entwickelt und zweitens ein ökologisch-gesellschaftliches Transformationsmodell zur inhaltlichen Konzeption und Umsetzung ökologischer Leitplanken erarbeitet.

Die entwickelte Leitplanken-Systematik umfasst zwei Dimensionen, eine inhaltliche und eine methodische. Die inhaltliche Dimension umspannt invariable und variable Leitplanken-Ansätze. Invariable Leitplanken stecken jene Bandbreite von Umweltqualitäten ab, innerhalb derer die Überlebensfähigkeit des Menschen sichergestellt ist. Außerhalb der invariablen (existenzorientierten) Leitplanken ist menschliche Existenz nicht mehr möglich, es kommt zur Abwanderung der Menschen (Umweltflüchtlinge). Variable Leitplanken spiegeln jene Umweltqualität wider, die der Mensch als bewusstes Wesen mit Handlungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Umweltqualität seines Lebensraumes erwirkt (qualitätsorientierte Leitplanken). Sie sind abhängig von den gesellschaftlichen Werthaltungen, vom politischen Gestaltungswillen, dem technischen Know How etc. Die methodische Dimension ökologischer Leitplanken umfasst zum einen quantitative Leitplanken, die mittels punktgenauer Zahlenergebnisse ausgedrückt werden, und zum anderen qualitative

Leitplanken, die eine erwünschte Entwicklungszielrichtung und die damit verbundenen normativen Werthaltungen vorgeben.

Als Beispiel eines qualitativ-invariablen Leitplanken-Ansatzes wurde das ökologisch-gesellschaftliche Transformationsmodell (ecological-societal transformation model, kurz: EST-Modell) entwickelt, das ein Denk- und Handlungsmodell zur inhaltlichen Konzeption und Umsetzung ökologischer Leitplanken darstellt. Zielsetzung dabei war die Erfüllung zweier Ansprüche des Modells: Erstens sollte es nicht sektorale auf ein bestimmtes Umweltmedium (z.B. Boden, Wasser, etc.) ausgerichtet sein, sondern einen stark integrativen Charakter aufweisen und die Zusammenhänge zwischen Natur und Gesellschaft betonen. Da ein derart umfassendes Leitplanken-Verständnis mit quantitativen Werten nicht ausreichend abgehandelt werden kann, sollte zweitens eine klare Position zu normativen Werten bezogen werden, welche für die Einhaltung ökologischer Leitplanken und für die Umsetzung des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung Mindestvoraussetzung sind.

Das sechs-phäsiige EST-Modell wurde im Invers-Modus erstellt, d.h. es wurde von einem gewünschten Gesamtentwicklungsziel in der Zukunft ausgegangen und dann schrittweise die für die Zielerreichung nötigen Denkpfade und Arbeitsschritte bis zur Gegenwart bestimmt. Dieses Gesamtentwicklungsziel wurde mit dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft bestimmt (Phase 1 des EST-Modells). Es bildet den übergeordneten Rahmen, in das die Leitplanken-Konzeption eingebettet ist. In Phase 2 wird mit der Zielformu-

lierung Bewahrung der Ecosystem Sustainability das Hauptaugenmerk auf die ökologischen Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung gelegt. Die dauerhafte Verbindung zwischen den Bereichen Ökologie und Gesellschaft wird mit dem Ziel Gewährleistung einer Koevolution von Natur- und Humansystem in Phase 3 festgesetzt. Den zentralen Kern dieses Modells bildet die Transformation ökologischer Lebens- und Funktionsprinzipien in gesellschaftliche Werte zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft (Phase 4). Dabei werden Lebensprinzipien des Natursystems systemtheoretisch interpretiert, auf das Humansystem übertragen und in gesellschaftliche Anforderungen transformiert. Das Ergebnis dieses Transformationsprozesses sind fünf Grundwerte, die als Qualitätssicherung von Implementierungsprozessen einer nachhaltigen Entwicklung zu verstehen sind. Der Konsens über ihre Wichtigkeit und ihre Verankerung in gesellschaftlichen Zielen und Maßnahmen stellt die Vereinbarkeit dieser Ziele und Maßnahmen mit dem Konzept der Nachhaltigen Entwicklung her. Diese fünf Grundwerte sind:

- *Vielfalt*
- *Natürlichkeit/Sicherheit*
- *Dematerialisierung*
- *Nähe/Dezentralität und*
- *Mitbestimmung/Kreativität.*

Mit dieser 4. Phase des EST-Modells sind die grundlegenden Weichenstellungen für die inhaltliche Konzeption ökologischer Leitplanken vollzogen und es folgt eine Überleitung in die 5. und 6. Phase, die methodische Anleitungen für ihre Umsetzung auf regionaler Ebene geben. Es ist dies die auf die jeweilige spezifische Situation

maßgeschneiderte und partizipative Entwicklung von Leitbildern, Leitlinien, Leitzielen, Maßnahmen sowie Indikatoren zur Erfolgskontrolle. Damit wird gezeigt, dass ökologische Leitplanken für regionale Lebensräume letztlich nicht „von außen“ oder „von oben“ vorgegeben werden können, sondern von den Betroffenen (Akteuren) vor Ort selbst entwickelt und umgesetzt werden müssen. Von wissenschaftlicher Seite (den „Experten von außen“) können unterstützend und beratend methodische Empfehlungen abgegeben werden, die tatsächliche Umsetzungsarbeit muss aber von den Bürgern („Experten vor Ort“) geleistet werden, die die konkrete Situation (Stärken und Schwächen) in der Region genau kennen.

Wichtig ist zu vermerken, dass letztlich nur solche Leitplanken-Konzepte erfolgreich sind, die auch im gesellschaftlichen Leben realisiert werden. Dafür ist die Akzeptanz in der Öffentlichkeit bzw. der mit der Konzeptumsetzung betrauten Personen Grundvoraussetzung. Diese Akzeptanz kann dadurch geschaffen werden, indem Leitplanken-Konzepte nicht bloß reinen „Handlungskonzepten“ oder „Maßnahmen-Katalogen“ entsprechen, sondern darüber hinaus einen bewusstseinsbildenden, informativen und motivierenden Teil besitzen, in welchem die Notwendigkeit des Leitplanken-Konzeptes selbst begründet wird. Im EST-Modell entsprechen die Phasen 1 bis 4 (Konzeption) dieser wissenschaftlich-theoretischen Grundinformation, in denen die Verständnisgrundlage für den in den Phasen 5 und 6 dargelegten Handlungsbedarf (Umsetzung) geschaffen wird.

## INLEITUNG ODER WAS BEDEUTET DAS SPRACHBILD „ÖKOLOGISCHE LEITPLANKEN“?

Bis zum Beginn der Neuzeit galt der Satz „Natura dedit omnia omnibus“, das übersetzt etwa bedeutet: Die Natur enthält genügend Güter zur Befriedigung aller Bedürfnisse des Menschen. Mit dem ständigen Wachstum des materiellen Wohlstands in den westlichen Industrieländern und dem zugrundeliegenden steigenden Verbrauch natürlicher Ressourcen verkehrt sich diese sorglose Einstellung zur Natur jedoch immer mehr in das Gegenteil. Längst wird erkannt, dass sich die ursprünglich angenommene Fülle der Natur allmählich in eine Kargheit bzw. Knappheit der Natur umwandelt und dies mit immer größerer Geschwindigkeit. Die Optionen der Lebensgestaltung sowie die Lebensqualität der zukünftigen Generationen werden auf diese Weise fortlaufend geschmälert<sup>1</sup>.

Wie dieser Prozess umgelenkt werden kann, legt das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung fest, das seit der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro im Juni 1992 als verbindlich gewordene politische Zielbestimmung für die internationale Völkergemeinschaft gilt. Das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung verbindet erstmals Umwelt- mit Entwicklungsfragen und betrachtet die ökonomische, soziale und ökologische Entwicklung als Ganzheit. Die große Herausforderung der gegenwärtigen Generationen besteht darin, die Wirtschafts- und Zivilisationssysteme, die sich fortschreitend immer mehr von dem sie tragenden Netzwerk der Natur entkoppeln, in dieses wieder einzubinden. Eine zukunftsfähige sozioökonomische Entwicklung kann nur durch ihre Ausrichtung an der Tragekapazität<sup>2</sup> der Natur, Schonung des Naturkapitals und Einbindung in die natürlichen Kreisläufe erreicht werden<sup>3</sup>.

Diese Forderung wird immer häufiger mit dem Sprachbild der sogenannten „ökologischen Leitplanken“ (engl. „ecological guide-lines“, „ecological guide-rail“, „ecological threshold“ u.a.) zum Ausdruck gebracht. Wenngleich der Begriff der ökologischen Leitplanken in Fachdiskussionen zur nachhaltigen Entwicklung bereits gängig ist, so ist er dennoch nicht genau präzisiert. Im allgemeinen ist darunter jene maximale Belastung zu verstehen, die die Menschen der Umwelt aufbürden können, bevor sie ihre Fähigkeit verliert, menschliches Leben zu unterstützen<sup>4</sup>. Ökologische Leitplanken enthalten bedeutet daher, über einen unbegrenzten Zeitraum die Stabilität der internen Entwicklungsprozesse der Ökosphäre als ein dynamisches selbstorganisierendes System zu erhalten und damit die Grundlagen für die Entwicklung der Menschheit zu sichern. Es handelt sich um jene ökologischen Grenzen, innerhalb derer die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung verlaufen muss, um als „nachhaltig“ bezeichnet werden zu können. Offen bleiben jedoch die Fragen, wie diese Grenzen gezogen werden, welche Methode dazu verwendet wird, welche (natur)wissenschaftlichen Grundannahmen als Ausgangspunkte dienen usw.

Hauptziel der vorliegenden Arbeit ist die inhaltliche Präzisierung des Konzeptes der ökologischen Leitplanken. Ökologische Leitplanken werden hier nicht negativ-restruktiv im Sinne von Abgrenzen von Desasterzonen beschrieben, sondern qualitativ-präskriptiv im Sinne von Hinleiten in eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklungsrichtung. Aus systemtheoretischer Sicht werden aus Lebens- und Funktionsprinzipien des Natursystems jene gesellschaftlichen Zielvorstellungen abgeleitet, die

<sup>1</sup> Siehe Zellentin, G.: Die Bedürfnisse des Menschen und die Möglichkeiten der Natur. Reflexionen über ökonomische und ökologische Perspektiven für die Zukunft. In: Ziele für die Zukunft – Entscheidungen für morgen: 19. Hochschulwoche für Politische Bildung, 22.–28. 10.1981 (hrsg. v. d. Landeszentrale für Politische Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen), Köln 1982, S.321f.

<sup>2</sup> Die Tragekapazität eines Systems gibt an, wieviel Ressourcen einem System dauerhaft pro Zeiteinheit entnommen werden können, oft ausgedrückt durch die Anzahl damit ernährbarer Individuen einer bestimmten Spezies bei einem konstanten Pro-Kopf-Verbrauch. Siehe Schmidt-Bleek, F. (Hrsg.): MAIA. Einführung in die Material-Intensitäts-Analyse nach dem MIPS-Konzept. Wuppertal-Texte. Berlin, Basel, Boston 1998, S.17.

<sup>3</sup> Siehe Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Stuttgart 1994, S.10.

<sup>4</sup> Erweiterte Definition des Begriffes „Tragfähigkeit“ der Independent Commission on Population and Quality of Life: Visionen für eine bessere Lebensqualität. Basel, Boston, Berlin 1998, S.136.

eine dauerhafte Weiterentwicklung des Humansystems innerhalb der vom Natursystem vorgegebenen Rahmenbedingungen sichert.

Weitere Ziele dieser Studie sind:

- *Erfassung des systematischen Zusammenhangs von Leitplanken-Ansätzen mit quantitativer und qualitativer Ausrichtung*
- *Erarbeitung eines qualitativen Denkmodells zur inhaltlichen Präzisierung des Konzeptes der ökologischen Leitplanken*
- *Ableitung gesellschaftlicher Zielvorstellungen bzw. Herausforderungen für eine dauerhafte gemeinsame Weiterentwicklung von Natur- und Humansystem*
- *Darstellung der politik- und handlungsrelevanten Anwendungsmöglichkeit der Ergebnisse.*

Ein zentrales Anliegen des Projektes ist zudem der Versuch einer Annäherung zwischen den Forschungen zur Nachhaltigen Entwicklung einerseits und der Ökosystemforschung andererseits mittels völlig neuem thematischen Zugang. Denn ökologische Grundlagen wurden, so wie BRECKLING betont, „in der neueren Diskussion über Nachhaltige Entwicklung, verglichen mit Beiträgen aus der Ökonomie, Soziologie oder Technik, in verhältnismäßig geringem Umfang herangezogen“<sup>1</sup>. Auf der anderen Seite sehen ZÖLITZ-MÖLLER u.a. eine „wichtige Zukunftsaufgabe der Ökosystemtheorie und Ökosystemforschung in der Beteiligung an der Entwicklung von integrierten und funktional bezogenen Ökosystemsatzkonzepten, die tatsächlich am Naturhaushalt orientiert sind“<sup>2</sup>. Verbindungen zwischen den beiden Forschungsrichtungen, die in zahlreichen Punkten Gemeinsamkeiten aufweisen<sup>3</sup>, sind also nicht nur gewünscht, sondern werden gezielt gesucht. Zu diesem Bemühen soll auch die vorliegende Arbeit einen

Beitrag leisten.

Zur Erreichung der angeführten Ziele des Projektes wurde ein ökologisch-gesellschaftliches Transformationsmodell entwickelt, das u.a. enthält:

- *Darstellung der Lebens- und Funktionsprinzipien von Natursystemen*
- *Transformation ökologischer Lebens- und Funktionsprinzipien in gesellschaftliche Zielvorstellungen zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung (als zentraler Kern des Transformationsmodells)*
- *Aufzeigen der Politik- und Handlungsrelevanz des Transformationsmodells.*

Anhand der skizzierten Ziele und Arbeitsphasen kann diese Studie innerhalb der Nachhaltigkeitsforschung positioniert werden. Als Grundlage dafür wird die Einteilung des FORUMS FÜR KLIMA UND GLOBAL CHANGE herangezogen, das die Bereitstellung von folgenden drei Arten von Wissen für eine nachhaltige Entwicklung für notwendig erachtet: Systemwissen, Zielwissen und Transformationswissen<sup>4</sup>. Dabei bedeutet Systemwissen das Wissen darüber, was ist. Es dient der Erklärung bestehender Realitäten (Strukturen und Prozesse, Variabilität usw.) Zielwissen ist hingegen Wissen darüber, was sein und was nicht sein soll (z.B. Leitbildentwicklung für neue Realitäten, Prognosen und Szenarien, Generierung von Grenzwerten, ethische Rahmenbedingungen, Visionen). Und schließlich ist Transformationswissen jenes Wissen, mit dem vom Ist-Zustand in den Soll-Zustand gelangt werden kann (Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung)<sup>5</sup>.

Vor dem Hintergrund dieser Dreigliederung des nachhaltigkeitsrelevanten Wissens können die beabsichtigten

<sup>1</sup> Siehe Breckling, B.: Der Begriff Nachhaltigkeit aus der Sicht der ökologischen Theorie. In: BMWV (Hrsg.): Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaft. Theorien und Modelle. Wien 1998. S.74.

<sup>2</sup> Siehe Zöllitz-Möller, R., Reiche E.-W. und F. Müller: Angewandte Ökosystemforschung – contradictio in adjecto? In: Daschkeit, A. und Schröder, W. (Hrsg.): Umweltforschung quergedacht. Perspektiven integrativer Umweltforschung und -lehre. Berlin Heidelberg 1998, S.401.

<sup>3</sup> Zu den Gemeinsamkeiten zwischen Nachhaltigkeitsforschung und Kulturlandschaftsforschung siehe Kanatschnig, D. und Ömer, B.: Nachhaltigkeit als sozioökonomisches und kulturlandschaftliches Entwicklungsleitbild – Eine Analyse der Interdependenzen und Synergien. Wien 1997.

<sup>4</sup> Siehe Forum für Klimate und Global Change, Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften (Hrsg.): Visionen der Forschenden. Forschung zu Nachhaltigkeit und Globalem Wandel – Wissenschaftspolitische Visionen der Schweizer Forschenden. 2. Aufl., Bern 1998, S.15 (These 7).

<sup>5</sup> Siehe ebenda sowie Mogalle, M. und Minsch, J.: Wie ist Transdisziplinarität möglich? In: Ökologisches Wirtschaften 1/1998, S.12.

Ergebnisse dieser Studie – gemäß den Zielen und Arbeitsphasen – folgendermaßen zugeordnet werden:  
Sie leisten einen

- *Beitrag zum Systemwissen, indem mittels systemtheoretischer Analyse Schnittstellen zwischen dem Natur- und Humansystem aufgezeigt werden,*
- *Beitrag zum Zielwissen, indem mit dem ökologisch-gesellschaftlichen Transformationsmodell ein integratives Konzept ökologischer Leitplanken entwickelt wird, das visionäre Ziel- bzw. Sollzustände im Sinne des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung aufzeigt (siehe Ergebnisse des Transformationsprozesses),*
- *Beitrag zum Transformationswissen, indem das ökologisch-gesellschaftliche Transformationsmodell bis zur Praxisreife ausgearbeitet wird und Anleitungen zur Umsetzung enthält.*



Eine Analyse bestehender Leitplanken-Ansätze zeigt, dass sie im allgemeinen folgende Grundfaktoren bzw. Aspekte beinhalten:

- *Die Absicht* (der Zweck), die der Definition ökologischer Leitplanken zugrunde liegt. Warum sind ökologische Leitplanken überhaupt wichtig? (z.B. Erarbeitung einer fachlichen Grundlage für Entscheidungsträger; Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung; Suche nach Orientierungsrichtlinien im Sinne von Abgrenzen des „erlaubten Handlungsräumes“ gegen den „unerlaubten Handlungsräum“, usw.)
- *Das Ziel*, das bereits vor der Definition ökologischer Leitplanken abgesteckt wird. Was soll mit dem Konzept erreicht werden? (z.B. Umweltschutz durch Vermeidung von Emissionen und Abfällen)
- *Die fachlichen Grundlagen*, die der Leitplankenentwicklung dienen. Von welchen (wissenschaftlichen) Materialien/Fakten/Modellen wird ausgegangen? (z.B. Szenarien; aktuelle Messwerte usw.)
- *Die Zeitdimension*, für die ökologische Leitplanken definiert werden. In welchem Zeithorizont soll das Konzept umgesetzt werden können? (z.B. in 5 Jahren, in einem Jahrzehnt usw.) Die Zeitdimension steht meist in engem Zusammenhang mit der Bestimmung des Ziels der ökologischen Leitplanken.
- *Die Raumdimension*, für die ökologische Leitplanken erarbeitet werden. Auf welcher räumlichen Ebene soll das Konzept umgesetzt werden können? (z.B. globale, nationale, regionale Ebene usw.)
- *Die Werthaltungen* und der Erfahrungshintergrund der Personen, die ökologische Leitplanken entwickeln. Das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung, in das ökologische Leitplanken eingebettet sind – sofern sie nicht sektorale angelegt sind – erfordert ethische Urteilsfindungen im Spannungsfeld zwischen ökologischen, sozialen und individuellen Anforderungen bzw. Vorstellungen.
- *Die potentiellen Akteure*, die mit der Umsetzung des Konzeptes der ökologischen Leitplanken befasst sein werden. Jede Definition ökologischer Leitplanken ist nur dann sinnvoll, wenn diese nach der Entwicklung und Konzeption auch tatsächlich umgesetzt werden. Der Umsetzungsprozess kann sichergestellt bzw. unmittelbar eingeleitet werden, indem die Akteure der Umsetzung bereits in die Konzepterstellung einbezogen bzw. – bei sehr hoher Anzahl von Akteuren – darüber laufend informiert werden.

All diese Aspekte bestimmen die Ausgangssituation für die Erstellung eines Konzeptes ökologischer Leitplanken und damit auch dieses selbst. Sie bedürfen einer detaillierten Vorabklärung, bilden zusammen ein fundamentales Grundgerüst für den Konzeptentwurf und machen letztendlich die Charakteristik eines Leitplanken-Ansatzes aus. All die genannten Grundfaktoren stellen eine Gemeinsamkeit dar, die jedem Leitplanken-Ansatz zugrunde liegt. In der Folge wird nun versucht, anhand inhaltlicher und methodischer Anforderungen, die an Leitplanken-Ansätze gestellt werden, eine Systematisierung ökologischer Leitplanken vorzunehmen.

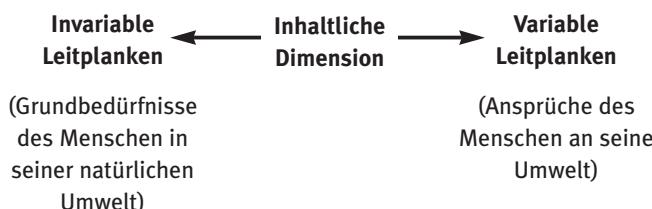
## 1.1 Systematik ökologischer Leitplanken-Ansätze

Das Bedeutungsspektrum des Begriffes der ökologischen Leitplanken kann anhand zweier Dimensionen strukturiert werden, nämlich einer inhaltlichen und einer methodischen. Die inhaltliche Dimension erklärt das Leitplanken-Verständnis an sich. Sie erläutert die (enge oder weite) Ein- bzw. Abgrenzung der Leitplanken und begründet diese Grenzen. Im allgemeinen erstreckt sie sich zwischen den grundlegenden (Minimal-)Lebensbedürfnissen der Menschen in ihrer Umwelt (Bereitstellung von Trinkwasser, Atemluft, Nahrung etc.) bis zu gehobenen Qualitätsanforderungen, die der Mensch von

sich aus an seine Umwelt stellt. Die methodische Dimension umfasst einerseits quantitative und andererseits qualitative Zugänge. Die Anwendung quantitativer Methoden führt zu Zahlenergebnissen (punktgenaue Ergebnisse), während mittels qualitativer Methoden eine normativ motivierte Umsteuerung in gewünschte Entwicklungsrichtungen angestrebt wird (richtungsweisende Ergebnisse).

### 1.1.1 Inhaltliche Dimension

Übergeordnetes Ziel der Festsetzung von ökologischen Leitplanken ist stets der Schutz des Natursystems als Lebensgrundlage des Menschen, sei es die Erhaltung, Sicherung oder Sanierung von Ökosystemen oder der Schutz der Umweltmedien Boden, Wasser und Luft. Ob dieses Schutzziel sehr umfassend (integrativ) oder in Teilzielen (sektoral/partial) umgesetzt werden soll, bedarf einer Entscheidung bei der Leitplankendefinition. Im allgemeinen spannt sich die inhaltliche Dimension der Leitplanken-Ansätze zwischen den Polen der invarianten und der variablen Leitplanken:



#### 1.1.1.1 Invariable (existenzorientierte) Leitplanken

Der Begriff der invarianten Leitplanken steckt jenen Bereich der vom Natursystem bereitgestellten Voraussetzungen, Güter und Leistungen ab, die zum physischen Überleben des Menschen erforderlich sind. Es handelt sich dabei um den spezifischen „Toleranzbereich“ der Lebensfähigkeit, den der Mensch ebenso wie jedes andere Lebewesen in der Natur besitzt. Das „Lebewesen Mensch“ ist abhängig von einer bestimmten Bandbreite von Naturgegebenheiten (natürlichen Voraussetzungen), innerhalb derer seine Existenz sichergestellt ist. Außerhalb dieses Toleranzbereiches ist die menschliche Überlebensfähigkeit nicht mehr gegeben. Diese Leitplanken werden deshalb als invariabel bezeichnet, weil der Mensch die Grenzen seiner eigenen Überlebensfähigkeit nicht selbst nach eigenem Belieben ausdehnen kann, sondern die Funktionsfähigkeit des menschlichen Körpers aufgrund biologischer Gesetzmäßigkeiten als fix vorgegeben betrachtet werden muss. Die invarianten Leitplanken stecken die Bedürfnisse des Menschen nach jenen Umweltbedingungen ab, die seine Lebensgrundlage darstellen<sup>1</sup>.

Der Bereich innerhalb dieser sogenannten invarianten Leitplanken ist sehr weit gefasst, da er alle Abstufungen von Umwelt- und damit auch Lebensqualitäten umfasst. Er reicht von höchster Umweltqualität (z.B. einwandfreie

<sup>1</sup> Die invarianten Leitplanken umfassen jene natürlichen Ressourcen, die nach Fischer-Kowalski den sogenannten „basalen gesellschaftlichen Stoffwechsel“ sicherstellen. Siehe Fischer-Kowalski, M. et al.: Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonialisierung von Natur. Amsterdam 1997, S.5.

Luftqualität, hohe Trinkwasserqualität und -quantität u.v.m.) über leichte und mittlere Belastungen bis zur stark verunreinigten Umwelt, in der Menschenleben gerade noch möglich ist. Die Umweltqualität eines menschlichen Lebensraumes bestimmt daher – bildlich gesprochen – seine Entfernung zu den Leitplanken im Sinne von Grenzlinien oder -zonen: Ist die Umweltqualität sehr gut, so ist die Entfernung zu den Leitplanken groß, verschlechtert sie sich hingegen, so verringert sich der Abstand und es besteht schließlich die Gefahr, dass die Leitplanken überschritten werden.

Die invariablen Leitplanken sind dann überschritten, wenn die Umweltqualität eines Lebensraumes dermaßen schlecht ist, dass darin kein Menschenleben mehr möglich ist. Eine derart menschenbedrohlich schlechte Umweltqualität kann entweder naturbedingt (durch Naturkatastrophen, z.B. Vulkanausbrüche, Überschwemmungen, etc.) oder vom Menschen selbst herbeigeführt werden (z.B. Desertifikation durch Übernutzung von Wüstenrandgebieten, Reaktorunfall in Tschernobyl, etc.). Es kommt zur notgedrungenen Abwanderung der Menschen in Lebensräume mit besserer Umweltqualität. Die Anzahl der sogenannten Umweltflüchtlinge hat im Jahr 1999 erstmals die der Flüchtlinge vor politischen Konflikten übertroffen<sup>1</sup>.

### 1.1.1.2 Variable (qualitätsorientierte) Leitplanken

Innerhalb der breit gefassten invariablen Leitplanken besitzt der Mensch als bewusstes Wesen Handlungsmöglichkeiten, um die Umweltqualität seines Lebensraumes nach eigenen Vorstellungen und Wünschen zu beeinflussen und zu verbessern. Es können daher innerhalb der bedürfnisbezogenen (invariablen) Leitplanken auch engere Leitplanken gezogen werden, die die Qualitätsanforderungen des Menschen an seine Umwelt darstellen. Diese (lebens-)qualitätsbezogenen Leitplanken entsprechen einem mehr oder weniger weiten Handlungsspielraum, je nachdem, wie hoch die Anforderungen an die Umweltqualität gestellt werden. Inwieweit dieser Handlungsspielraum ausgenutzt wird, hängt wesentlich von den gesellschaftlichen Werthaltungen, vom politischen Gestaltungswillen, vom technischen Know-How usw. ab. Es kann also innerhalb der invariablen Leitplanken von sogenannten variablen, d.h. vom Menschen gestaltungsfähigen Leitplanken gesprochen werden.

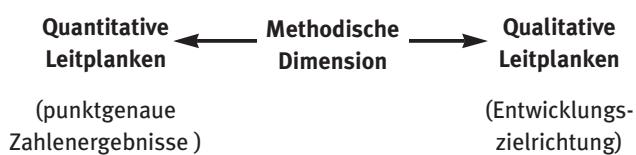
Grundvoraussetzung für die Definition von variablen Leitplanken (des gesellschaftlichen Handlungswillens in der Umweltvorsorge) ist das Selbstverständnis des Menschen als zukunftsgestaltender Akteur seines Lebensraumes. Auf das Erkennen der Problemsituation hin müssen zuerst eine Zielvorstellung über die gewünschte Situation entwickelt und dann Lösungswege gesucht

<sup>1</sup> Siehe Beilage der Berliner Zeitung, Ausgabe vom 1. Dezember 1999.

werden, die zu diesem Ziel führen. Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Größe des Handlungsspielraumes, d.h. die Anzahl der offenen Handlungsoptionen zeitabhängig ist. Denn während bei nur mäßig beeinträchtigter Umwelt- und Lebensqualität noch relativ vielfältige Eingriffs-, Verbesserungs- und Vorsorgestrategien möglich sind, vermindern sich diese bei fortschreitender Verschlechterung der Umweltsituation bzw. greifen nur sehr zeitverzögert. Das bedeutet, der Handlungsspielraum des Menschen wird immer eingeschränkter, je später Maßnahmen zur Hebung bzw. Erhaltung der Umweltqualität ergriffen werden.

### 1.1.2 Methodische Dimension

Neben der inhaltlichen, besitzen Leitplanken-Ansätze auch eine methodische Dimension. Sie beschreibt die Vorgehensweise bei der Leitplankendefinition und kann – den Ergebnissen entsprechend – in quantitative und qualitative Leitplanken differenziert werden. Quantitative Leitplanken werden zahlenmäßig erfasst, während qualitative Leitplanken eine Entwicklungszielrichtung vorgeben.



#### 1.1.2.1 Quantitative Leitplanken

Voraussetzung der Anwendung quantitativer Methoden ist das Vorhandensein einer adäquaten, gesicherten Datengrundlage, auf der naturwissenschaftliche Berechnungen durchgeführt werden. Quantitative Leitplanken besitzen Grenzwertcharakter in normativer oder gesetzlicher Hinsicht und stellen oft die Grundlage von umweltpolitischen Minimierungsstrategien von Schadstoffbelastungen dar, die technisch realisierbar, ökonomisch zumutbar und gesellschaftlich akzeptabel sind.

#### 1.1.2.2 Qualitative Leitplanken

Wird eine qualitätsorientierte Strategie bei der Konkretisierung ökologischer Leitplanken gewählt, so wird nicht nach einem punktgenauen Zahlergebnis oder einem Zahlenbereich gesucht, sondern nach einer zukunftsweisenden gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklungsrichtung. Die Notwendigkeit des Umlenkens aus dem bisherigen nicht-nachhaltigen Weg in eine langfristig dauerhafte Zukunft steht im Mittelpunkt der Überlegungen. Qualitative Leitplanken sind stark mit den Werthaltungen der sie beschreibenden Personen verknüpft.

### 1.1.3 Verbindung von inhaltlicher und methodischer Dimension

Werden die inhaltliche und die methodische Dimension wie die Achsen eines Koordinatensystems übereinander gelegt, so entstehen vier Quadrantenfelder, die jeweils einen spezifischen Zugang zur Definition eines Konzeptes ökologischer Leitplanken darstellen (Abb. 1). Dementsprechend können ökologische Leitplanken auf vier verschiedene Arten bestimmt werden:

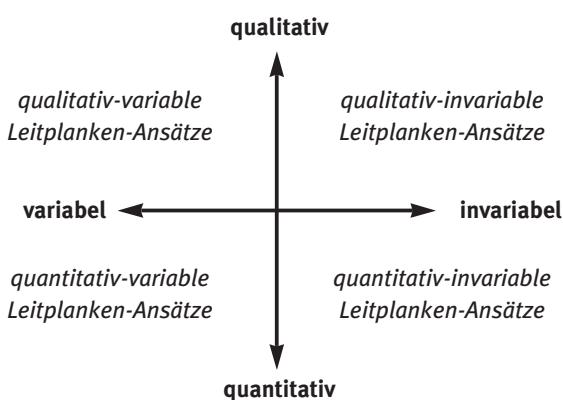


ABB. 1: LEITPLANKEN-SYSTEMATIK

Auf die vier Typen von Leitplanken-Ansätzen wird in den nachfolgenden Kapiteln näher eingegangen.

Die Frage, welche dieser Sichtweisen ökologischer Leitplanken letztendlich die „Richtige“ sei, wäre ebenso wenig zu beantworten wie die Frage nach dem „richtigen“

Zugang zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung. Ein bewertender Vergleich der Ansätze ist also nicht zweckmäßig, da jeder einzelne Versuch, dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung ein Stück näher zu kommen, gleichwertig und gleichbedeutend eingestuft werden muss. Vielmehr muss erkannt werden, dass die vier erwähnten Leitplanken-Ansätze auf unterschiedlichen Konkretisierungsstufen angesiedelt sind (Abb. 2) und sie sich aufgrund ihrer verschiedenen gelagerten Ausrichtung gegenseitig synergetisch ergänzen.

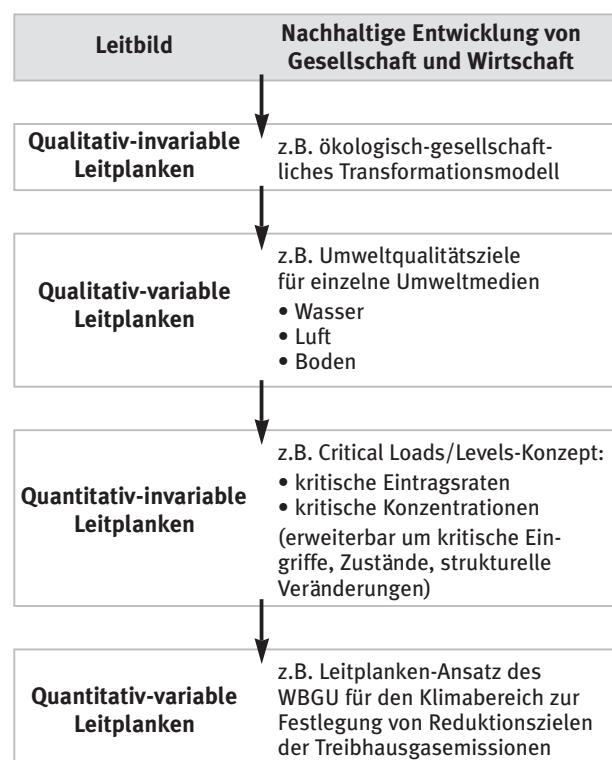


ABB. 2: KONKRETIERUNGSTUFEN DER LEITPLANKEN-ANSÄTZE

Zusammenfassend können folgende gemeinsame Anforderungen an Leitplanken-Konzepte, unabhängig davon, welchem der oben angeführten vier Typen sie zugehören, festgehalten werden:

- Ökologische Leitplanken tragen zur Umsetzung des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung oder einzelner Aspekte daraus bei und müssen transparent und nachvollziehbar sein. Oberstes Ziel der Konzeption eines Leitplanken-Ansatzes muss dessen Implementierung in die Praxis sein.
- Die Definition ökologischer Leitplanken befindet sich stets im Spannungsfeld zwischen fachwissenschaftlicher Präzision und Tiefe auf der einen Seite und der politischen Praxistauglichkeit auf der anderen Seite.
- Ökologische Leitplanken werden spezifischen Zielgruppen, der Öffentlichkeit, den politischen Entscheidungsträgern etc. zur Verfügung gestellt und müssen ohne fachwissenschaftliche Qualifikation verständlich sein.

## 1.2 Quantitative Ansätze

Im ersten Schritt sollen die quantitativen Methoden der Leitplankendefinition, die sich in quantitativ-invariablen und quantitativ-variablen Ansätzen unterscheiden lassen, beleuchtet werden. Dafür werden das „Critical Loads- und Critical Levels-Konzept“ als Beispiel eines quantitativ-invariablen Leitplanken-Ansatzes und der „Tolerable Windows Approach“ des WBGU als Beispiel eines quantitativ-variablen Ansatzes herangezogen. In welche der vier Quadrantenfelder diese beiden Konzepte fallen, ist in Abbildung 3 dargestellt.

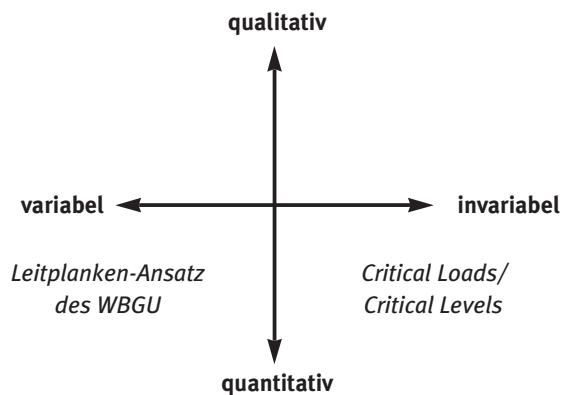


ABB. 3: QUANTITATIVE LEITPLANKEN-ANSÄTZE

### 1.2.1 Critical Loads und Critical Levels

Ökosysteme als Wirkungsgefüge aus belebter und unbelebter Natur sowie vom Menschen geschaffenen Bestandteilen, die untereinander und mit ihrer Umwelt in energetischen, stofflichen und informatorischen Wechselbeziehungen stehen, üben Umweltfunktionen aus, die vom Menschen beansprucht werden. Um diese Umweltfunktionen bzw. die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes auf Dauer zu erhalten, wird die Festlegung von Belastungsgrenzen notwendig, was mit Hilfe eines Satzes von biotischen und abiotischen Größen, die den Zustand der Umwelt und die Einwirkungen des Menschen auf die Umwelt beschreiben, geschehen kann. Dieser

Denkansatz wird als Critical Levels- und Critical Loads-Konzept bezeichnet<sup>1</sup>.

Unter Critical Loads (kritische Eintragsraten, „Frachten“) und Critical Levels (kritische Konzentrationen) sind „naturwissenschaftlich begründete Belastungsgrenzen von Rezeptoren wie Ökosystemen, Teilökosystemen und Organismen bis hin zu Materialien zu verstehen. Diese Belastungsgrenzen gelten unter festen Randbedingungen, wie Raum, Zeit und ökologisches System, die im einzelnen zu definieren sind. Ökologische Belastungsgrenzen werden vorrangig rezeptornah und wirkungsbezogen formuliert“<sup>2</sup>. Dabei gehen die Ausgangssituation bezüglich der bisherigen Belastungen und die Sensitivität der Ökosysteme in das Konzept ein. Bei einer Überschreitung (Exceedance) der Schadstoff-Deposition über die ermittelten Critical Loads/Levels-Werte ist mit Auswirkungen auf das Ökosystem zu rechnen (Abb. 4), während bei einer Unterschreitung keine Schädigung des Ökosystems verursacht und die Belastbarkeit des Systems nicht überschritten wird.

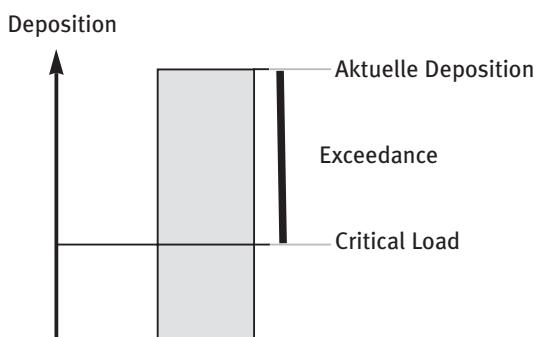


ABB. 4: DAS CRITICAL LOADS-KONZEPT (AUS: SCHNEIDER, J.: VORTRAGSMANUSKRIFT<sup>3</sup>)

Der RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN schlägt vor, das Konzept der ökologischen Belastungsgrenzen auf strukturelle Eingriffe in Natur und Landschaft auszudehnen, wie sie z.B. mit der Flächenzerschneidung, Bodenversiegelung, Entwässerung, Flussbegradigung, Flächenumwidmung, land- und forstwirtschaftlichen Flächenbewirtschaftung oder Flurbereinigung verbunden sind. Dafür wird der Begriff der Critical Structural Changes (kritische strukturelle Veränderungen) vorgeschlagen<sup>4</sup>.

Im folgenden werden zwei Dokumente als Beispiele für die konkrete Anwendungen des Critical Loads/Levels-Konzeptes dargestellt. Es sind dies

- a. *Convention on Long Range Transboundary Air Pollution, UN ECE 1979+*
- b. *Ökologische Grenzen der Belastbarkeit von Böden, WBGU 1994.*

#### **ad a. Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (UN ECE 1979+)**

Das Critical Loads- und Critical Levels-Konzept wurde von der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (United Nations Economic Commission for Europe, kurz: UN ECE) für ökologische Belastungsgrenzen gegenüber verschiedenen Luftschadstoffen weiterentwickelt. In der Konvention über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigung (Convention on Long Range Transboundary Air Pollution, kurz: CLRTAP) wurden für wichtige Luftschadstoffe ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_x$ ,  $\text{O}_3$ , Schwermetall, POPs u.a.m.) Schwellenwerte (Critical Levels) abgeleitet, bei deren Überschreitung Wirkungen auf empfindliche Pflanzen, auf Pflanzengemeinschaften, Ökosysteme und Materialien zu befürchten sind. Diese Wirkungen können

<sup>1</sup> Siehe Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1994 ... S.102.

<sup>2</sup> Ebenda, S.103.

<sup>3</sup> Persönliche Übermittlung.

<sup>4</sup> Siehe Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1994. ... S.102f.

chronisch oder akut sein, müssen sich aber von der natürlichen Streuung des Erscheinungsbildes der Pflanze oder des Ökosystems unterscheiden lassen. Neben den Critical Levels wurden auch Critical Loads definiert, worunter quantitative Abschätzungen von Luftschaadstoffdepositionen verstanden werden, bei deren Überschreitung nach derzeitigem Kenntnisstand signifikant schädliche Effekte an Ökosystemen und Teilen davon zu erwarten sind. Dabei wird sowohl das kurzfristige als auch das kontinuierliche Auftreten von Schadstoffen über längere Zeiträume berücksichtigt<sup>1</sup>.

### **ad b. Ökologische Grenzen der Belastbarkeit von Böden (WBGU 1994)**

Das Critical Loads/Critical Levels-Konzept wurde vom WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, Deutschland) in seinem Jahresgutachten 1994<sup>2</sup> für die ökologischen Grenzen der Belastbarkeit von Böden angewendet, wonach folgende vier Kategorien erfasst wurden:

- *kritische Einträge (Critical Loads)*
- *kritische Eingriffe (Critical Operations)*
- *kritische Zustände (Critical States) und*
- *kritische Austräge (Critical Losses).*

Als besonderen Vorteil des Konzeptes wertet der WBGU die Einbeziehung von kritischen Austrägen, die für das Gebersystem zwar unkritisch, aber für Nachbarsysteme kritisch sein können. Ein weiterer Vorteil liegt in den über die Energie- und Stoffströme vorhandenen Verknüpfungen mit anderen Systemen, die oft außerhalb des engen Betrachtungsraumes liegen<sup>3</sup>. Aus diesen Gründen wird das erweiterte Critical Loads/Critical Levels-Konzept des

WBGU für Böden nachfolgend als Fallbeispiel genauer dargestellt.

#### **Kritische Einträge (Critical Loads)**

Als Beispiele für chemische Bodeneintragsstoffe können Säuren, Pestizide, Salze, Schwermetalle, Organika oder Nährstoffe angeführt werden. So ist etwa bei der Bestimmung des kritischen Eintrages von Säuren zu beachten, dass sich dieser an der Pufferrate des Bodens im ökotoxikologisch unschädlichen Bereich orientiert; bei kritischen Pestizideinträgen ist deren Abbauintensität eine entscheidende Größe, die zum einen von den Eigenstrukturen des Pestizides selbst und zum anderen von den Boden- und Klimaverhältnissen des Standortes der Kultur abhängt. Kritische Salzeinträge treten hingegen hauptsächlich im Zusammenhang mit Bewässerungen auf und sind von der Salzverträglichkeit der Kulturpflanzen abhängig<sup>4</sup>. Ein standortspezifisches Bewertungssystem zur Einschätzung des Risikos einer Grundwassersowie Kulturpflanzenbelastung wurde von BLUME<sup>5</sup> und BLUME/AHLSDORF<sup>6</sup> für 106 Wirkstoffe erarbeitet. Ferner wurden standortspezifischen Belastungsrisiken von LITZ/BLUME<sup>7</sup> für 47 organische Substanzen und von BLUME/BRÜMMER<sup>8</sup> sowie von LOHM et al.<sup>9</sup> für Schwermetalle bewertet.

#### **Kritische Eingriffe (Critical Operations)**

Der Kategorie „kritische Eingriffe“ werden physikalische Eingriffe in Böden, wie z.B. Zerschneidung von Bodeneinheiten, Verdichtung, Deformation, Versiegelung, Bodenbearbeitung sowie landwirtschaftliche Maßnahmen zum Zweck des Pflanzenbaus und der Tierhaltung, die zu

<sup>1</sup> Ebenda, S.103.

<sup>2</sup> Siehe WBGU: Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden. Jahresgutachten 1994. Economia Verl., Bonn 1994. Der WBGU wurde 1992 von der deutschen Bundesregierung als unabhängiges Beratergremium eingerichtet. Einmal jährlich übergibt das Expertenteam dem Bundeskabinett ein Gutachten mit Handlungs- und Forschungsempfehlungen zur Bewältigung globaler Umwelt- und Entwicklungsprobleme. In Sondergutachten nimmt der Beirat auch zu aktuellen Anlässen Stellung, wie beispielsweise den Klimakonferenzen in Berlin (1995) oder Kyoto (1997 und 1998). Siehe Homepage des WBGU.

<sup>3</sup> Siehe ebenda, S.61f.

<sup>4</sup> Siehe ebenda, S.62.

<sup>5</sup> Siehe Blume, H.-P.: Handbuch des Bodenschutzes. Landsberg 1992.

<sup>6</sup> Siehe Blume, H.-P. und Ahlsdorf, B.: Prediction of Pesticide Behavior in Soil by Means of Simple Field TestS.In: Ecotoxicology and Environment Safety 1993: 26, S.313–322.

kritischen Veränderungen der Bodenstruktur- und -funktion führen (z.B. Überweidung), zugeordnet<sup>1</sup>.

### Kritische Zustände (Critical States)

Kritische Zustände bezeichnen die dauerhafte Veränderung der charakteristischen physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften durch stoffliche, mechanische oder biotische Belastungen (Einträge, Eingriffe, Austräge) sowie die negative Beeinträchtigung der Produktivität, Stabilität und biologischen Vielfalt der Böden durch Veränderung der Pflanzen-, Tier- und Mikroorganismengesellschaften. Kritische Zustände in Böden können entweder strukturell definiert werden (Scherwiderstände, Lagerungsdichte, Porenverteilung und -form, Humusvorrat, Zusammensetzung und Masse der Organismengesellschaften, Vorräte und Konzentrationen von Nähr- und Schadstoffen) oder funktionell (Pufferrate, Verwitterungsrate, Stickstoff-Mineralisation, Dekomposition, Wasser- und Gastransport, Druckkompensation, Wachstum von Pflanzen- und Bodenorganismen)<sup>2</sup>.

### Kritische Austräge (Critical Losses)

Die vierte Kategorie „kritische Austräge“ umfasst schließlich Austräge von Stoffen oder Organismen aus dem Boden, die für diesen selbst bzw. für das Empfänger- system kritisch sind. Beispiele für kritische Austräge, die den Boden selbst belasten, sind Erosion und Nährstoffverlust, Beispiele für kritische Austräge, die ein Empfängersystem belasten, sind Nitrat- und Pestizidbelastungen des Grundwassers. In Relation mit den kritischen Einträgen, Eingriffen und Zuständen liegen für die kritischen Austräge mehr Richtwerte vor, da sie den

Menschen über Trinkwasser- und Nahrungsmittelaufnahme direkt betreffen<sup>3</sup>.

Der WBGU weist darauf hin, dass die Erforschung kritischer Einträge, Eingriffe, Zustände und Austräge insgesamt noch wenig entwickelt ist. Weiters wird betont, dass eine exakte Grenze der Belastung eines Bodens, ab der diese kritisch wird, aufgrund der zahlreichen, miteinander interagierenden Werte theoretisch nur für genau definierte Nutzungsansprüche festgelegt werden kann. Der WBGU fordert daher die Entwicklung eines umfassenden, nicht nur auf den stofflichen Bereich beschränktes Indikatorensystem, das in dieses erweiterte Critical Loads/Critical Levels-Konzept integriert werden sollte<sup>4</sup>.

## 1.2.2 Der Leitplanken-Ansatz des WBGU für den Klimabereich

Wurde mit dem Critical Loads/Critical Levels-Konzept ein quantitativ-invariabler Leitplanken-Ansatz beschrieben, so kann der für den Klimabereich entwickelte Leitplanken-Ansatz des WBGU als Beispiel für einen quantitativ-variablen Ansatz angeführt werden. In seinen einzelnen Jahresgutachten behandelte der WBGU immer wieder den Schwellenbereich zwischen intaktem Ökosystem einerseits und der bereits klar ersichtlichen Umweltdegradation andererseits. 1995 wurde ein Leitplanken-Ansatz spezifisch für den Themenbereich der Klimawirkungs- und Klimafolgenforschung entwickelt. In seinem Jahresgutachten 1996 sprach der WBGU erstmals selbst vom

<sup>7</sup> Siehe Litz, N. und Blume, H.-P.: Verhalten organischer Chemikalien in Böden und dessen Abschätzung nach einer Kontamination. In: Zeitschrift für Kulturtechnik und Landschaftsentwicklung, 1989;30, S.355–364.

<sup>8</sup> Siehe Blume, H.-P. und Brümmer, G.: Prediction of Heavy Metal Behavior in Soil by Means of Simple Field Tests. In: Ecotoxicology and Environmental Safety, 1991;22, S.164–174.

<sup>9</sup> Siehe Lohm et.al.: Industrial Metabolism at the National Level: A Case Study on Chromium and Lead Pollution in Sweden, 1880-1980. In: Ayres, R.U. und Simonis, U.E. (Hrsg.): Industrial Metabolism. Restructuring for Sustainable Development. United Nations University Press, Tokio, New York, Paris 1994, pp. 103–118.

Seite 23:

<sup>1</sup> Siehe WBGU: Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden. Jahresgutachten 1994 ... S.62f.

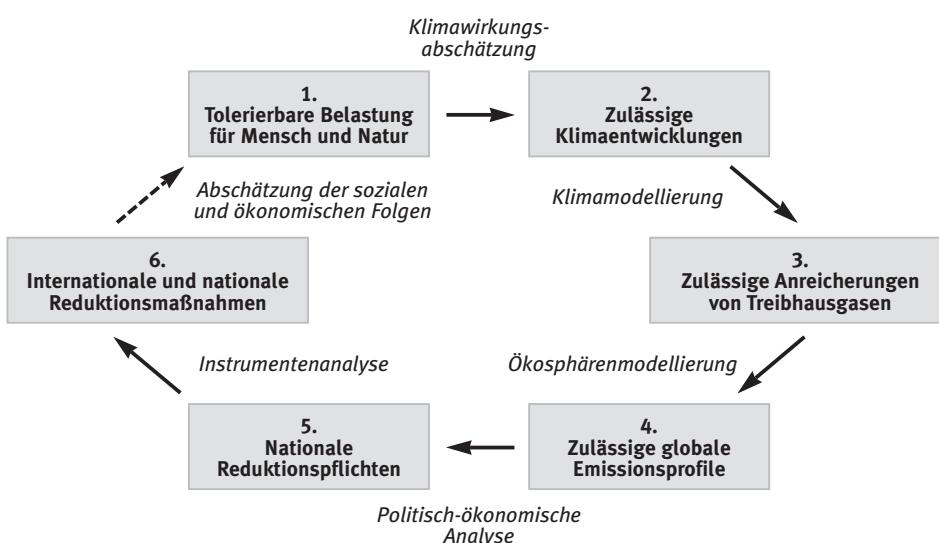
<sup>2</sup> Siehe ebenda, S.63.

<sup>3</sup> Siehe ebenda, S.64.

<sup>4</sup> Siehe ebenda, S.63.

„Leitplanken-Forschungsansatz des WBGU“<sup>1</sup> und gab betreffend künftiger Schwerpunktthemen in der deutschen Klimawirkungsforschung u.a. für das Thema „Grenzen der Tolerierbarkeit von Klimaänderungen und ihrer Auswirkungen ...“ eine Empfehlung ab<sup>2</sup>. Seither wird der Leitplanken-Ansatz ständig weiterentwickelt.

Das Leitplanken-Konzept des WBGU wird hier – gemäß der oben entwickelten Leitplankensystematik – als Beispiel eines quantitativ-variablen Leitplankenansatzes vorgestellt, da er zum einen zu einem Zahlenergebnis führt und zum anderen einen variablen Handlungsspielraum des Menschen abbildet, welcher – sofern keine Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen ergriffen werden – im Zeitverlauf stets enger wird. In den nachfolgenden Abschnitten werden die wesentlichen Grundzüge der Leitplanken-Entwicklung des WBGU sowie deren Ergebnisse zusammengefasst.



### 1.2.2.1 Das Invers-Szenario

Ziel der Klimarahmenkonvention 1992<sup>3</sup> ist es, „die Konzentrationen der Treibhausgase in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Ein solches Niveau sollte innerhalb eines Zeitraumes erreicht werden, der ausreicht, damit sich die Ökosysteme den Klimaänderungen anpassen können, die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise fortgeführt werden kann“<sup>4</sup> (Artikel 2). Um dieses übergeordnete Ziel zu erreichen, legte der WBGU die dafür notwendigen Arbeitsschritte mittels eines Invers-Szenarios fest. Die Vorgehensweise dabei erfolgte im „Rückwärts-Modus“, indem im ersten Schritt ein „Fenster“ von für Mensch und Natur tolerierbare Klimaentwicklungen festgesetzt und davon rückschließend weitere Schritte abgeleitet werden (Abb. 5).

ABB. 5: DAS INVERS-SZENARIO DES WBGU<sup>5</sup>

Systematik

<sup>1</sup> Siehe WBGU: Welt im Wandel. Herausforderung an die deutsche Wissenschaft. Jahrestagungen 1996. Berlin Heidelberg 1996. S.44.

<sup>2</sup> Siehe ebenda.

<sup>3</sup> Engl. United Nations Framework Convention on Climate Change, Abk. FCCC.

<sup>4</sup> Siehe WBGU: Ziele für den Klimaschutz 1997. Stellungnahme zur dritten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Kyoto. WBGU 1997. S.7.

<sup>5</sup> Aus WBGU: Welt im Wandel. Wege zur Lösung globaler Umweltprobleme. Jahrestagungen 1995. Springer Verl., S.111.

Von unmittelbarer Relevanz für die Leitplanken-Entwicklung des WBGU sind die Schritte eins und zwei des Invers-Szenarios. Im ersten Schritt wird ein eher großzügig bemessener Toleranzbereich hinsichtlich der potentiellen Belastungen durch eine Klimaänderung ermittelt, mit dem auch gleichzeitig die Rahmenbedingungen des Szenarios festgelegt werden. Dabei geht der WBGU von zwei Prinzipien aus, nämlich

1. *Bewahrung der Schöpfung und*
2. *Vermeidung unzumutbarer Kosten*<sup>1</sup>.

Beide Prinzipien werden für den Klimabereich konkretisiert. Das erste Prinzip „Bewahrung der Schöpfung“ geht von der Schwankungsbreite der Erdtemperatur im jüngeren Quartär (bis 10.000 Jahre vor heute) aus. In diesem Zeitabschnitt entwickelte und prägte sich unsere heutige Umwelt. Die meisten Ökosysteme und natürlichen Ressourcen, von denen die Entwicklung des Menschen abhängig war und ist, sind in dieser Epoche entstanden. Die Temperaturschwankungsbreite wird abgegrenzt von einem Temperaturminimum in der Würm-Eiszeit ( $10,4^{\circ}\text{C}$ ) und einem Temperaturmaximum in der Eem-Warmzeit ( $16,1^{\circ}\text{C}$ )<sup>2</sup>. Um den Akzeptanzbereich möglichst großzügig abzustecken, werden diese natürlichen Temperaturextreme beidseitig um  $0,5^{\circ}\text{C}$  erweitert, sodass das tolerierbare Temperaturfenster im Bereich zwischen  $9,9^{\circ}\text{C}$  (Temperaturminimum) und  $16,6^{\circ}\text{C}$  (Temperaturmaximum) fixiert wird<sup>3</sup>.

Dem zweiten Prinzip – Vermeidung unzumutbarer Kosten – wird Rechnung getragen, indem die von Wirtschaftswissenschaftlern ermittelte Annahme, dass „Klimafolgenkosten in der Größenordnung von 3–5% des jährlichen globalen Bruttosozialproduktes über einen

Zeitraum von vielen Dekaden eine empfindliche Störung der gesellschaftlichen Verhältnisse mit weitreichenden soziopolitischen Konsequenzen bewirken dürften“<sup>4</sup>, als grundlegende Rahmenbedingung übernommen wird. Um hier ebenfalls den Akzeptanzbereich möglichst breit abzustecken, wird die durch den Klimawandel verursachte, noch tolerierbare Minderung des globalen Bruttosozialproduktes mit 5% festgelegt. Darüber hinaus wird angenommen, dass die Klimakosten lediglich von der globalen Durchschnittstemperatur und ihrer zeitlichen Ableitung abhängen<sup>5</sup>. Der WBGU betont, dass es sich hierbei um einen bewusst weit gefassten und sehr grob definierten Grenzwert handelt, da Klimafolgekosten nur schwer abgeschätzt werden können und globale Verteilungseffekte berücksichtigt werden müssten<sup>6</sup>.

Mit diesen beiden Grundannahmen – die tolerierbare Temperaturschwankungsbreite zwischen  $9,9^{\circ}\text{C}$  und  $16,6^{\circ}\text{C}$  einerseits und den tolerierbaren Klimafolgenkosten von 5% des globalen Bruttosozialproduktes andererseits – hat der WBGU den ersten Schritt im Invers-Szenario eingelöst und leitet daraus alle übrigen Folgerungen ab.

Im zweiten Schritt des Invers-Szenarios werden diverse Klimaentwicklungen abgeschätzt, welche zu noch tolerierbaren Belastungen innerhalb der gesetzten Grenzen führen. Die Schritte drei und vier bestimmen mittels vereinfachter Modelle für Klimadynamik und Kohlenstoffkreislauf die entsprechend zulässigen globalen Emissionsprofile für  $\text{CO}_2$  (im Zuge der ständigen Weiterentwicklung des Modells wurden auch andere Treibhausgase sowie die Strahlungseffekte von Aerosolen berücksichtigt<sup>7</sup>). Im fünften Schritt wurden daraus – nach Maßgabe der Kri-

<sup>1</sup> Siehe ebenda, S.213.

<sup>2</sup> Siehe ebenda, S.112.

<sup>3</sup> Siehe ebenda, S. 213. Die Großzügigkeit dieser Temperaturspanne wird deutlich, wenn man berücksichtigt, dass die Enquete-Kommissionen des 11. und 12. Deutschen Bundestages davon ausgehen, dass eine unbelastete Vegetation einer Erwärmung um nur  $0,1^{\circ}\text{C}$  pro Dekade gerade noch folgen kann. Siehe WBGU: Ziele für den Klimaschutz 1997. Stellungnahme zur dritten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Kyoto. WBGU 1997. S.16.

<sup>4</sup> Siehe WBGU: Welt im Wandel. Wege zur Lösung globaler Umweltprobleme. Jahresgutachten 1995, S.213.

<sup>5</sup> Siehe ebenda.

<sup>6</sup> Siehe WBGU: Ziele für den Klimaschutz 1997. ... S.16.

<sup>7</sup> Dies sind Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ), Distickstoffoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ), halogenierte Kohlenwasserstoffe, troposphärisches und stratosphärisches Ozon ( $\text{O}_3$ ) und stratosphärischer Wasserdampf sowie die Strahlungseffekte von Aerosolen, die von Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) und Biomasseverbrennung verursacht werden. Siehe Bruckner, T., Petschel-Held, G. und F. Toth: The Tolerable Windows Approach to Global Warming. Paper presented at the World Congress of Environmental and Resource Economists, June 25–27, 1998, Venice, Italy.

terien internationaler Umwelt- und Entwicklungspolitik – die Reduktionspflichten für die einzelnen Länder bzw. Ländergruppen abgeleitet. Im sechsten und letzten Schritt muss schließlich analysiert werden, welche Reduktionsinstrumente an welchem Ort am effektivsten Emissionsminderungen erbringen können<sup>1</sup>.

### 1.2.2.2 Tolerable Windows Approach

Werden die mit Schritt 1 des Invers-Szenarios verbundenen Grundannahmen in einem Koordinatensystem aufgetragen, so ergibt sich ein „tolerierbarer Akzeptanzbereich für ein Temperaturfenster“. Der Akzeptanzbereich (A) ist – wie in Abb. 6 dargestellt – durch das Temperaturminimum von 9,9°C, das Temperaturmaximum von 16,6°C sowie die durch den Klimawandel tolerierbare Minderung des globalen Bruttonsozialproduktes von 5% abgegrenzt.

Von diesem Akzeptanzbereich ausgehend, entwickelte der WBGU den sogenannten „Fensteransatz“ (engl. „Tolerable Windows Approach“, Abk. TWA, Synonym zum „Leitplankenansatz“)<sup>2</sup>. Der Fensteransatz beruht auf der normativen Vorgabe von nicht-tolerierbaren Bedingungen, den sogenannten „Leitplanken“. Auf das Fachgebiet der Klimawirkungsforschung übertragen bedeutet dies, dass der für die kommenden 200 Jahre verbleibende Handlungsspielraum durch die normative Vorgabe von auf keinen Fall hinnehmbaren ökologischen,

ökonomischen und sozialen Leitplanken der Klimaentwicklung und der Klimapolitik ermittelt werden müssen<sup>3</sup>. Solche Leitplanken können beispielsweise die Folgen der Klimaänderung oder die Belastung der Gesellschaft durch die Minderung von Treibhausgasemissionen betreffen<sup>4</sup>. Die Summe der Leitplanken definiert dann das „Toleranzfenster im Klimaschutz“<sup>5</sup>. Da der Fensteransatz auch entwicklungsdimensionale Aspekte des Klimaproblems berücksichtigt, kann er nach BRUCKNER et al. auch als eine dynamische Verallgemeinerung des Critical Loads-Konzeptes aufgefasst werden<sup>6</sup>.

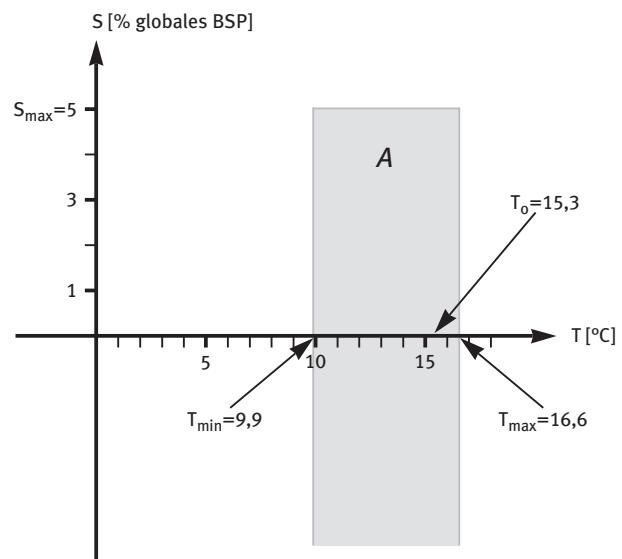


ABB. 6: TOLERIERBARER AKZEPTANZBEREICH A FÜR EIN „TEMPERATURFENSTER“<sup>7</sup>

*S .... durch den Klimawandel verursachte Minderung des globalen Bruttonsozialproduktes (BSP) in Prozent;  
T .... mittlere globale Temperatur;  
T<sub>0</sub> ... derzeitige mittlere globale Temperatur;*

<sup>1</sup> Siehe WBGU: Welt im Wandel. Wege zur Lösung globaler Umweltprobleme. Jahrestberichte 1995 ... S.111.

<sup>2</sup> Siehe Schellnhuber, H.-J. und Bruckner, T.: Leitplanken erforderlich. In: Ökologisches Wirtschaften 3–4, 1998, S.10ff.

<sup>3</sup> Siehe WBGU: Ziele für den Klimaschutz 1997 ... S.3.

<sup>4</sup> Siehe ebenda, S.15.

<sup>5</sup> Siehe ebenda, S.3.

<sup>6</sup> Siehe Bruckner, T., Petschel-Held, G. und F. Toth: The Tolerable Windows Approach to Global Warming. Paper presented at the World Congress of Environmental and Resource Economists, June 25–27, 1998, Venice, Italy.

<sup>7</sup> Siehe ebenda, S.214.

Die nachfolgende Abbildung 7 zeigt dieses WBGU-Fenster für eine tolerierbare Temperaturentwicklung als graue Fläche. In der zweidimensionalen Darstellung wurden die globale Mitteltemperatur sowie die Rate der Temperaturänderung aufgetragen. Das Symbol  $T_0$  markiert den gegenwärtigen Temperaturzustand.

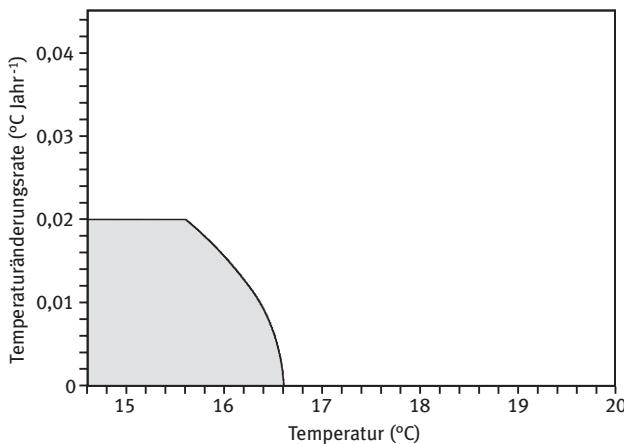


ABB.7: DAS WBGU-FENSTER FÜR EINE TOLERIERBARE TEMPERATURENTWICKLUNG<sup>1</sup>

Das Fenster wird von folgenden zwei Leitplanken begrenzt:

- Temperaturänderungsrate von  $0,2^{\circ}\text{C}/\text{Jahr}$ : Aufgrund der Ergebnisse zahlreicher Simulationen mit verschiedenen Klimamodellen ist bei einer Fortführung der heutigen Wirtschaftsweise (business as usual-Szenario) mit einem mittleren globalen Temperaturanstieg nahe der Erdoberfläche von rund  $2^{\circ}\text{C}$  bis zum Jahr 2100 zu rechnen<sup>2</sup>. Nach Auffassung des WBGU führt eine Erwärmung um mehr als  $2^{\circ}\text{C}$  (bezogen auf den vorindustriellen Wert) bzw. eine Erwärmungsrate um mehr als  $0,2^{\circ}\text{C}/\text{Dekade}$ <sup>3</sup> zu Klimaänderungen, die in keinem Fall als tolerierbar angesehen werden können<sup>4</sup>.
- Die zweite eingezeichnete Leitplanke zur Begrenzung der noch zulässigen Klimadynamik resultiert aus einer kurso-

rischen Abschätzung der Anpassungsfähigkeit von Mensch und Natur an modifizierte Umweltbedingungen unter besonderer Berücksichtigung paläoklimatologischer Informationen<sup>5</sup>.

Gemäß dieser Leitplanken können zulässige globale Temperaturentwicklungskurven nur innerhalb des Toleranzfensters verlaufen. Mit Hilfe mathematischer Methoden wurden sogenannte Emissionskorridore berechnet, die den durch die Leitplanken begrenzten Handlungsspielraum für Emissionsreduktionsstrategien darstellen<sup>6</sup>. Zulässige Emissionsminderungskurven können ebenfalls nur innerhalb des Emissionskorridors liegen<sup>7</sup>.

Der WBGU weist ausdrücklich darauf hin, dass es sich beim Fensteransatz um eine pragmatische Strategie handelt, die dem Schutz der Umwelt keine absolute Priorität vor wirtschaftlichen und sozialen Zielen einräumt<sup>8</sup>. Da die Leitplanken bewusst weit gesteckt sind, sind alle aus diesen Leitplanken abgeleiteten Ergebnisse als Mindestanforderungen zu verstehen, die an globale (bzw. nationale) Strategien zum Klimaschutz gestellt werden müssen<sup>9</sup>.

Bereits 1995 hat der WBGU ein „globales Minderungs-szenario empfohlen, das von einem möglichst bald einsetzenden Beginn der Reduktionsmaßnahmen ausgeht: Nach einer Übergangszeit von etwa fünf Jahren muss der globale Ausstoß von Kohlendioxid bis zum Jahre 2155 jährlich um 1% reduziert werden, anschließend um 0,25% pro Jahr. Berücksichtigt werden die Verbrennung fossiler Energieträger, Kohlendioxid freisetzende industrielle Verfahren sowie Landnutzungsänderungen (wie etwa die Abholzung von Wäldern). Gemäß dieses Szenarios stabilisiert sich die atmosphärische Konzentration von

<sup>1</sup> Aus Schellnhuber, H.-J. und Bruckner, T.: Zur Klimaschutzstrategie des langen Bremsweges. VEÖ Journal 10/1998, S.35.

<sup>2</sup> Siehe WBGU: Ziele für den Klimaschutz 1997 ... S.9f.

<sup>3</sup> Die detaillierte Ableitung der zulässigen Erwärmungsrate von  $0,2^{\circ}\text{C}/\text{Dekade}$  siehe in: WBGU: Welt im Wandel. Wege zur Lösung globaler Umweltprobleme. Jahresgutachten 1995 ... S.215.

<sup>4</sup> Siehe WBGU: Ziele für den Klimaschutz 1997 ... S.15.

<sup>5</sup> Siehe Schellnhuber, H.-J. und Bruckner, T.: Zur Klimaschutzstrategie des langen Bremsweges. VEÖ Journal 10/1998, S.35.

<sup>6</sup> Siehe Arbeiten des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) im Rahmen des Forschungsprojektes zur integrierten Bewertung von Klimaschutzstrategien (Integrated Assessment of Climate Protection Strategies, Abk. ICLIPS).

<sup>7</sup> Siehe WBGU: Ziele für den Klimaschutz 1997 ... S.17.

<sup>8</sup> Siehe ebenda, S.15.

<sup>9</sup> Siehe ebenda, S.16.

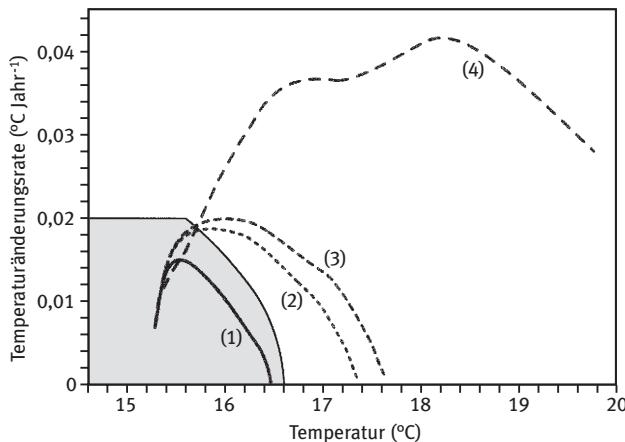


ABB. 8: DAS WBGU-KLIMAFENSTER UND UNTERSCHIEDLICHE SZENARIEN DER TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN<sup>1</sup>

Kohlendioxid auf einen Wert von 410 ppm<sup>2</sup>. 1997 wurde das Szenario erweitert, wobei nicht nur die Emissionsreduktion von Kohlendioxid, sondern auch von Methan und Distickstoffdioxid gefordert wurde: Nur wenn auch der gesamte zivilisatorische Ausstoß von Methan und Distickstoffdioxid entsprechend dem alten WBGU-Szenario verminder wird, also wie der Kohlendioxid-Ausstoß nach einer kurzen Übergangszeit um jeweils 1% pro Jahr, erreicht man eine Stabilisierung der globalen Erwärmung innerhalb des Klimafensters<sup>3</sup>.

Die Kurven unterschiedlicher Szenarien der Treibhausgas-Emissionen sind in Abb. 8 dargestellt. Auf den ersten Blick ist ersichtlich, dass der Verlauf des Temperaturpfades nur bei Einhaltung der empfohlenen strikten Emissionsreduktionsforderungen im Szenario (1) innerhalb des Temperaturfensters bleibt. Die Temperaturkurven der Szenarien (2), (3) und (4) verlassen das Fenster relativ rasch und verlaufen außerhalb weiter. Das Szenario (1) ergibt

sich bei gleichphasiger Minderung der globalen Emissionen von Kohlendioxid, Methan und Distickstoffdioxid um 1% bis zum Jahre 2155, anschließend um 0,25% (siehe WBGU-Szenario 1997). Szenario (2) resultiert aus der gleichphasigen Minderung der Emissionen von Kohlendioxid und der energiebedingten Methan- und Distickstoffdioxidedmissionen gemäß Reduktionsraten wie in (1). Die Kurve (3) veranschaulicht das WBGU-Szenario von 1995, das eine Minderung der globalen Kohlendioxidemissionen gemäß Raten wie oben vorsah, aber die Emissionen von Methan und Distickstoffdioxid außer Acht ließ (Business as usual). Und schließlich zeigt die Kurve (4) den Referenzpfad ohne Klimaschutzpolitik.

Im allgemeinen können die Eigenschaften des WBGU-Fensteransatzes folgendermaßen zusammengefasst werden:<sup>4</sup>

- Er besitzt eine hohe Flexibilität im Hinblick auf unterschiedliche ergebnisbezogene bzw. prozedurale Werturteile.
- Es gibt eine klare Trennlinie zwischen normativen Entscheidungen und wissenschaftlicher Analyse.
- Er erlaubt eine adäquate Behandlung auftretender Unsicherheiten.
- Es besteht weder ein Zwang zu allumfassender Monetarisierung noch zur Abdiskontierung von Klimafolgenkosten.
- Er gibt die „Fülle“ der mit den gesetzten Leitplanken verträglichen Entwicklungspfade wieder (anstatt eines einzelnen „optimalen“ Klimaschutzpfades).
- Er bietet mehr Spielraum für politische Entscheidungsträger bei der konkreten Ausgestaltung der erforderlichen Maßnahmen (bei gleichzeitiger Einhaltung der Klimaschutzerfordernisse).

<sup>1</sup> Aus WBGU: Ziele für den Klimaschutz 1997 ... S.21.  
<sup>2</sup> Siehe ebenda, S.19f.

<sup>3</sup> Diese zwei Szenarien bezeichnet der WBGU selbst als früheres (ausschließlich Emissionsreduktion von CO<sub>2</sub>) und neueres (Emissionsreduktionen von CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) WBGU-Szenario. Siehe WBGU: Ziele für den Klimaschutz 1997. Stellungnahme zur dritten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Kyoto. WBGU 1997, S.20. In der aktuellsten Version des ICLIPS-Modells umfassen die berücksichtigten Emissionen CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, halogenierte Kohlenwasserstoffe, troposphärisches und stratosphärisches O<sub>3</sub>, stratosphärischer Wasserdampf sowie die Strahlungseffekte von Aerosolen, die von Schwefeldioxidedmissionen und Biomasseverbrennung verursacht werden. Siehe Bruckner, T., Petschel-Held, G. und F. Toth: The Tolerable Windows Approach to Global Warming. Paper presented at the World Congress of Environmental and Resource Economists, June 25–27, 1998, Venice, Italy.

<sup>4</sup> Vortrag von Dr. Thomas Bruckner am 25. Februar 1999 am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.  
Seite 29:

<sup>1</sup> Siehe WBGU: Welt im Wandel. Wege zu einem nachhaltigen Umgang mit Süßwasser. Jahresgutachten 1997. Berlin Heidelberg 1998, S.282.  
<sup>2</sup> Siehe ebenda, S.20.

<sup>3</sup> Siehe WBGU: Welt im Wandel. Herausforderung an die deutsche Wissenschaft. Jahresgutachten 1996. Berlin Heidelberg 1996. S.154.

### 1.2.2.3 Allgemeine Darstellung des Leitplanken-Konzeptes des WBGU

Der WBGU bezeichnet die „Leitplankenphilosophie“ in der Klimaproblematik als einen „geeigneten Ansatz für die Gestaltung der Umwelt- und Entwicklungspolitik“<sup>4</sup>. Mit dem Leitplanken-Konzept wird versucht, das „Entscheidungsdilemma zwischen sozialen, ökologischen und ökonomischen Zielvorstellungen durch eine klare Prioritätensetzung aufzulösen“<sup>5</sup>. Es beschreibt einen Politikansatz, bei dem einerseits Begrenzungen festgelegt, andererseits aber innerhalb dieser Begrenzungen freie Entscheidungen zugelassen werden<sup>6</sup>. Letztlich hängt die politische Ausgestaltung von Strategien gegen unerwünschte globale Umweltveränderungen (z.B. Emissionsreduktionsstrategien im Klimabereich) davon ab, wie die Wissenschaft die „tolerierbaren ökologischen, ökonomischen und sozialen Begleiterscheinungen“ definiert<sup>7</sup>.

Der WBGU beschreibt den Begriff „Leitplanke“ folgendermaßen:

*„Die Leitplanke grenzt den Entwicklungsräum des Mensch-Umwelt-Systems von den Bereichen ab, die unerwünschte oder gar katastrophale Entwicklungen repräsentieren und die es zu meiden gilt. Nachhaltige Entwicklungspfade verlaufen innerhalb des durch diese Leitplanken definierten Korridors“<sup>8</sup>.*

Bei der Definition von Leitplanken ist zu berücksichtigen,

dass sie sich beziehen können auf<sup>9</sup>

- lokale Werte („hot spots“) oder Werte für Regionen;
- momentane oder zeitraumabhängige Werte;
- sektorspezifische oder übersektorale Bereiche und
- Klimafolgen- und Klimaschutzkosten separat oder auf die Aggregation von Kosten und Nutzen.

Die vom WBGU erstellte graphische Darstellung des Leitplanken-Konzeptes erfolgte dreidimensional, wobei auf den drei Raumachsen ökologische, sozio-kulturelle und ökonomische Teilziele aufgetragen wurden (Abb. 9).

Das Leitplanken-Konzept sieht vor, dass zunächst „unerwünschte oder gefährliche Zustände im Umwelt-, Wirtschafts-, Sozial- und Kulturbereich definiert werden“<sup>10</sup>. Diese „Bereiche der Nicht-Nachhaltigkeit“<sup>11</sup>, in Abb. 9 rot dargestellt, bilden Zustände des Erdsystems ab, bei denen sich ein Syndrom<sup>9</sup> manifestiert und die unbedingt vermieden werden müssen<sup>10</sup>. Umfassende Aufgabe bei der Steuerung des Erdsystems ist es daher, ein Abgleiten in die Bereiche jenseits der Leitplanken zu verhindern. Im Gegensatz dazu steht der dargestellte „Handlungsräum“, innerhalb dessen freie Entscheidungen über die menschlichen Aktivitäten getroffen werden können. Allerdings wird betont, dass „in der Nähe der Leitplanke das Risiko erhöht und die Stabilität vermindert ist“<sup>11</sup>.

Die Leitplanke („Grenzfläche“ in der dreidimensionalen Darstellung) ist aufgrund der Komplexität des Gesamtsystems Natur-Gesellschaft-Wirtschaft, der oft ungenauen und unvollständigen Datenlage und ihrer Abhängigkeit „vom jeweiligen Wissensstand, von den herrschenden Werthaltungen sowie der Risikobereitschaft der Bevölkerung nicht exakt definierbar und auch einem zeitlichen Wandel unterworfen“<sup>12</sup>.

<sup>4</sup> Siehe ebenda, S.43.

<sup>5</sup> Siehe WBGU: Welt im Wandel. Jahresgutachten 1996 ... S.185.

<sup>6</sup> Vortrag von Dr. Thomas Bruckner am 25.02.1999 im Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.

<sup>7</sup> Siehe ebenda, S.118.

<sup>8</sup> Siehe ebenda.

<sup>9</sup> Syndrome sind unerwünschte, charakteristische Konstellationen von natürlichen und zivilisatorischen Trends und ihrer Wechselwirkungen (Umweltdegradationsmuster), die sich in vielen Regionen der Welt identifizieren lassen. Eine ausführliche Darstellung des Syndromkonzeptes siehe in: WBGU: Welt im Wandel: Herausforderung für die deutsche Wissenschaft. Jahresgutachten 1996. Springer Verl., Berlin Heidelberg 1996 sowie in: Reusswig, F. und Schellnhuber, H.-J.: Die globale Umwelt als Wille und Vorstellung. Zur transdisziplinären Erforschung des globalen Wandels. In: Daschkeit, A. und Schröder, W.: Umweltforschung quergedacht. Perspektiven integrativer Umweltforschung und -lehre. Berlin Heidelberg 1998, S.259–307.

<sup>10</sup> Siehe WBGU: Welt im Wandel. Jahresgutachten 1996 ... S.118f.

<sup>11</sup> Siehe WBGU: Jahresgutachten 1996, S.119.

<sup>12</sup> Siehe ebenda.

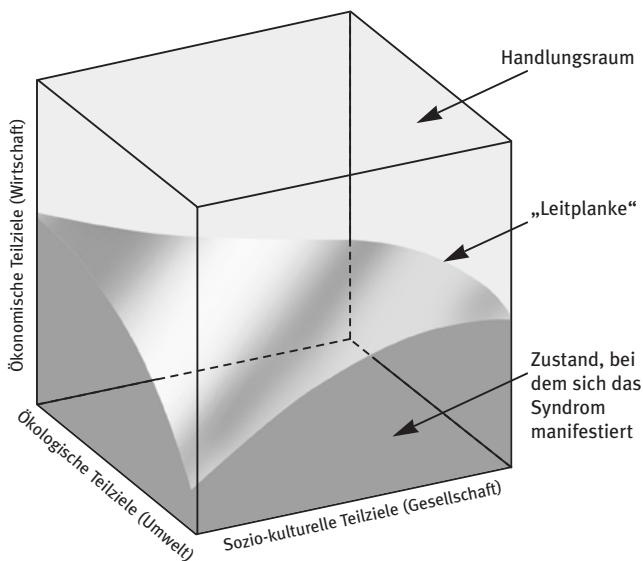


ABB. 9: DREIDIMENSIONALE DARSTELLUNG DES LEITPLANKEN-ANSATZES DES WBGU<sup>1</sup>

Leitplanken sind daher eher im Sinne von „Grenzzonen“ mit unscharfen Rändern zu verstehen. Im Zusammenhang mit der Schwierigkeit der Festlegung von Leitplanken betont der WBGU, „dass es im allgemeinen keine wissenschaftlich definierbaren kritischen Schwellen des Klimawandels gibt, unterhalb derer Schäden ausgeschlossen sind ... Selbst bei Einhaltung der Leitplanken im Sinne von Grenzwerten nimmt man also ein gewisses Maß an Schäden von Ökosystemen wie auch die Bedrohung von Leib und Leben von Menschen in Kauf. Deshalb darf die Festlegung nicht-tolerierbarer Belastungen nicht allein der Wissenschaft überlassen werden, sondern muss in einem demokratischen Entscheidungsprozess – unterstützt durch wissenschaftliche Expertise – in Wahrnehmung der Verantwortung für die jetzt und zukünftig lebenden Generationen erfolgen“<sup>2</sup>.

Insgesamt betrachtet, liegt die besondere Stärke des Leitplanken-Ansatzes des WBGU darin, dass er die Erfassung spezifischer zukunftsbezogener Systemdynamiken ermöglicht und damit ein wichtiges Instrument für nachhaltigkeitsrelevante Strategieentwicklungen in der Politikberatung darstellt.

### 1.3 Qualitative Ansätze

Den quantitativen Ansätzen der Leitplankendefinition können qualitative gegenübergestellt werden, wobei entsprechend der entwickelten Leitplanken-Systematik zwischen qualitativ-invariablen und qualitativ-variablen Ansätzen zu unterscheiden ist. Auch die qualitativen Ansätze sollen durch Beispiele erläutert werden. Es werden nachfolgend einerseits das Konzept der Umweltqualitätsziele

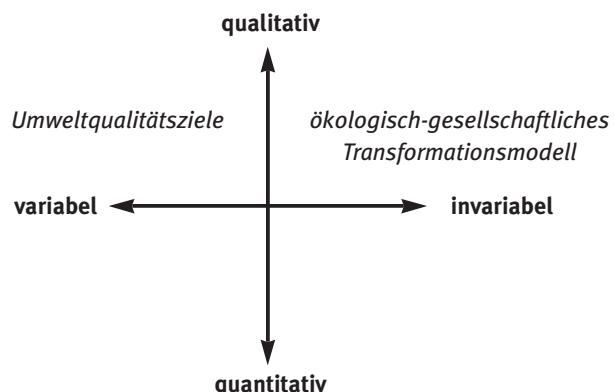


ABB. 10: QUALITATIVE LEITPLANKEN-ANSÄTZE

<sup>1</sup> Siehe WBGU: Jahrestbericht 1996, S.119.

<sup>2</sup> Siehe WBGU: Ziele für den Klimaschutz 1997 ... S.16.

und andererseits das ökologisch-gesellschaftliche Transformationsmodell, dessen Entwicklung und Erarbeitung den Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit bildet, beschrieben. Die Positionierung beider Ansätze in der Leitplanken-Systematik zeigt Abbildung 10.

### 1.3.1 Umweltqualitätsziele

Nach der Definition des RATES VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN geben Umweltqualitätsziele einen „bestimmten, sachlich, räumlich und zeitlich angestrebten Zustand der Umwelt auf globaler, regionaler oder lokaler Ebene sowie die damit vereinbaren maximalen stofflichen und landschaftsstrukturellen Belastungen (z.B. Bodenverdichtung, Grundwasserabsenkung) an“<sup>1</sup>. Um diesen erwünschten Umweltzustand erreichen zu können, werden die dafür erforderlichen Verhaltensweisen in Umwelthandlungszielen festgelegt. Die quantitative Konkretisierung der Umweltqualitätsziele führt zu Umweltqualitätsstandards, welche Begrenzungen von anthropogenen Einwirkungen auf den Menschen und/oder die Umwelt festlegen und als Referenz für die Bildung von Umweltindikatoren dienen<sup>2</sup> (vgl. Abb. 11).

Umweltqualitätsziele enthalten sowohl naturwissenschaftliche als auch gesellschaftlich-ethische Elemente und werden objekt- oder medienbezogen für Mensch und Umwelt bestimmt<sup>3</sup>. Ihre Festlegung erfordert eine systemare Betrachtung der ökologischen, ökonomischen und

soziokulturellen Zusammenhänge. Deshalb kann sie nicht allein aufgrund ökologischer Faktoren erfolgen, sondern erfordert einen Diskussionsprozess zwischen Wissenschaft und Gesellschaft<sup>4</sup>. Die gesellschaftlich-ethische Ausrichtung der Umweltqualitätsziele impliziert eine große Gestaltungsfreiheit bei ihrer Bestimmung. Umweltqualitätsziele können aufgrund ihrer gesellschaftlichen Aushandlung entweder einen sehr engen Handlungsspielraum für menschliche Aktivitäten vorgeben (wenn die Ziele sehr hoch gesteckt werden, d.h. eine sehr hohe Umweltqualität angestrebt wird) oder einen eher weiten Handlungsspielraum offenlassen (wenn die Ziele relativ niedrig angesetzt werden, d.h. eine nur mäßig verbesserte Umweltqualität angestrebt wird). Aufgrund der Möglichkeit zur engeren oder weiteren Absteckung des Handlungsspielraumes werden Umweltqualitätsziele hier den variablen Leitplanken-Ansätzen zugeordnet.

Um die Vereinbarkeit mit dem Konzept der Nachhaltigen Entwicklung sicherzustellen, müssen Umweltqualitätsziele nach dem Vorsorgeprinzip einerseits den Anforderungen des Minderungsgebotes entsprechen, um emitiierte Stoffe bzw. Stoffströme unabhängig von ihrer toxi-



ABB. 11: UMWELTQUALITÄTSZIELE UND IHRE VERKNÜPFUNGEN<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Siehe Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1998. Umweltschutz: Erreichtes sichern – neue Wege gehen. Stuttgart 1998. S.50.

<sup>2</sup> Siehe Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1994 ... S.102.

<sup>3</sup> Aus: Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1998 ... S.50.

<sup>4</sup> Siehe Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1994 ... S. 71 und 80. Siehe auch Knoepfel, P.: Zur unzumutbaren Rolle der Naturwissenschaften in der umweltpolitischen Debatte. GAIA 3/1992, S.175–180.

<sup>5</sup> Aus: Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1998 ... S.51.

schen Relevanz reduzieren zu können und andererseits auch wirkungsbezogene Elemente der Emissionsbegrenzung enthalten. Sie können zunächst auch nur darin bestehen, weniger Nicht-Nachhaltigkeit zu erreichen, um dann erst im zweiten Schritt eine Entwicklung in Richtung Nachhaltigkeit einzuleiten<sup>1</sup>.

Werden schutzwertsystembezogene und -übergreifende Umweltqualitätsziele für einen abgegrenzten Raum zusammengefasst, systematisiert, gegebenenfalls in Zielhierarchien aufgebaut und in Bezug zu Leitbildern, Umweltqualitätsstandards und Umweltqualitätsindikatoren gestellt, so bilden sie ein Umweltqualitätszielsystem<sup>2</sup>. Gegenwärtig wird ein Umweltqualitätszielsystem für das Bundesland Salzburg erarbeitet<sup>3</sup>. Dieses Umweltqualitätszielsystem ist folgendermaßen hierarchisch gegliedert<sup>4</sup>:

1. Aus dem Grundsatz der Nachhaltigen Entwicklung werden Leitbilder für Schutzwertsysteme (Boden, Wasser und Gewässerökosysteme, Terrestrische Ökosysteme, Luft/Klima) entwickelt.
2. Für die Schutzwertsysteme werden Umweltqualitätsziele entwickelt. Diese geben sachlich, räumlich und zeitlich definierte Qualitäten von Ressourcen, Potentialen oder Funktionen an, die in konkreten Situationen erhalten oder entwickelt werden sollen und orientieren sich in erster Linie an Rezeptoren und nicht an Verursachern.
3. Die Umweltqualitätsziele werden durch Umweltqualitätsstandards und Umweltqualitätsindikatoren operationalisiert.

Um konkrete Beispiele für Umweltqualitätsziele aufzuzeigen, werden aus der bisher erstellten Diskussionsgrundlage jene für das Schutzwertsystem Luft/Klima herausgegriffen, ohne dabei auf die Umweltqualitätsstandards und -indikatoren einzugehen.

Bereiche, für die Umweltqualitätsziele im Schutzwertsys-

tem Luft/Klima für das Bundesland Salzburg bestimmt werden sollen, sind:<sup>5</sup>

1. Dauerhafte Absenkung der Konzentrationen von *Luftschadstoffen (Photooxidantien, treibhauswirksame Gase, Schwermetalle, Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Schwefeloxide, organische Verbindungen, Teilchen und andere anthropogene Luftschadstoffe)*, welche die Gesundheit des Menschen und/oder Tiere und Pflanzen und deren Lebensgemeinschaften gefährden können.
2. Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Ein solches Niveau sollte innerhalb eines Zeitraumes erreicht werden, der ausreicht, damit sich die Ökosysteme auf natürliche Weise anpassen können, die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise fortgeführt werden kann.
3. Vermeidung von FCKW, FKW und HFCKW und anderen leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen zum Schutz der Ozonschicht.
4. Quantitative Verringerung des Gesamtenergiebedarfs und gleichzeitige Absenkung von Luftschadstoffemissionen.
5. Dauerhafte Absenkung der vom Verkehr, der Industrie und dem Kleinverbrauch bedingten Emissionen zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie zum Schutz der Natur.
6. Vermeidung von Deponiegasemissionen.
7. Forcierung der biologischen Landwirtschaft und umweltschonender Wirtschaftsweisen.
8. Dauerhafte und gesicherte Absenkung der Immissionen von Luftschadstoffen unter die Grenz- bzw. Richtwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie zum Schutz des Tier- und Pflanzenbestandes, ihrer Lebensgemeinschaften und Lebensräume.
9. Absenkung von Luftschadstoffen auf Werte, die eine langfristige land- und forstwirtschaftliche Bewirtschaftung ermöglichen.
10. Erhaltung der für die standörtlich mögliche Bodennutzung notwendigen Bodenfunktionen und ihrer regenerativen Kräfte sowie Erhaltung der standortgemäßen, ökologischen Gewässerqualität unter besonderer Berücksichtigung empfindlicher Gewässerökosysteme.

<sup>1</sup> Siehe Stellungnahme des Bundesministeriums für Umwelt zum Fragenkatalog der Enquete-Kommission „Schutz der Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages, Arbeitsunterlage 13/4d, Wien 1995, S.9.

<sup>2</sup> Siehe Scholles, F.: Umweltqualitätsziele und Standards. 1997. [www.laum.uni-hannover.de/umwelt/-uqzdef.html](http://www.laum.uni-hannover.de/umwelt/-uqzdef.html)

<sup>3</sup> Projektleitung: Abteilung Umweltschutz beim Amt der Salzburger Landesregierung; voraussichtliche Fertigstellung im Herbst 2000.

<sup>4</sup> Siehe Land Salzburg: Umweltqualitätszielsystem Salzburg 1998. Eine Diskussionsgrundlage für Salzburgs Weg in Richtung nachhaltiger Umweltschutz. (Hrsg. Dr. Gunter Sperka) Salzburg 1998, S.7f.

<sup>5</sup> Ausführliche Darstellung siehe ebenda, S.59–72.

11. Erhaltung eines regionalspezifischen, natürlichen Gehaltes an Nährstoffen im Boden und Gewässern zuzüglich eines unvermeidlichen, aber tolerierbaren Anteils in Folge von Bewirtschaftung und von Einträgen aus der Atmosphäre.
12. Vorsorge gegenüber im Boden und in Gewässern versauernd wirkender Stoffeinträge, vor allem in Böden und Gewässern, in denen das natürliche Puffervermögen gering ist.
13. Dauerhafte Absenkung aller treibhauswirksamen Gase in der Atmosphäre, um einer anthropogenen Klimaveränderung wirksam entgegenzuwirken.
14. Erhaltung der natürlichen Vielfalt und der Stabilität des gesamten Ökosystems Wald.

Im allgemeinen kann festgestellt werden, dass Umweltqualitätsziele der Erhaltung der Funktionsfähigkeit der Natur und der Gesundheit der Menschen dienen. Es muss darauf hingewiesen werden, dass mit der Bestimmung der angestrebten Umweltqualität auch indirekt die maximal zulässige Nutzung der Umwelt festgelegt wird.

Im 3. Kapitel dieser Studie wird ein neuer Leitplanken-Ansatz entwickelt, der zweierlei Ansprüche erfüllen soll: Er soll erstens nicht sektorale auf bestimmte Umweltmedien (z.B. Boden, Wasser, etc.) ausgerichtet sein, sondern einen integrativen Charakter aufweisen und die Zusammenhänge zwischen Natur und Gesellschaft betonen. Dies impliziert insbesondere ein Bewusstmachen der Abhängigkeit des Menschen von seinen natürlichen Lebensgrundlagen. Diesem umfassenden Leitplanken-Verständnis kann ein Arbeiten mit quantitativen Werten nicht ausreichend gerecht werden. Die zweite Herausforderung bei der Entwicklung eines neuen Ansatzes ist daher, anstelle von Zahlenergebnissen klare Position zu normativen Werten zu beziehen. Ein wesentlicher Bestandteil des Leitplanken-Konzeptes ist das Herausfiltern jener Werte, die als Mindestanforderung zu verstehen sind, wenn die Umsetzung ökologischer Leitplanken im Sinne des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung gelingen soll.

Diese Vorgehensweise erklärt seine Zuordnung zu den qualitativ-invariablen Leitplanken-Ansätzen. Das Ergebnis ist ein Denkmodell, in dem ökologische Lebens- und Funktionsprinzipien systemtheoretisch analysiert und in gesellschaftliche Ziele transformiert werden. Mit diesem sogenannten ökologisch-gesellschaftlichen Transformationsmodell (engl. ecological-societal transformation model, kurz: EST-Modell) wird zum einen ein Denkschema vorgestellt, wie ökologische Leitplanken inhaltlich konzipiert werden können und zum anderen eine methodische Handlungsanleitung für deren Umsetzung auf regionaler Ebene angeboten.

Im folgenden 3. Kapitel dieser Arbeit werden die sechs Phasen des EST-Modells ausführlich dargestellt. Sie

### 1.3.2 Das ökologisch-gesellschaftliche Transformationsmodell

Die qualitativ-invariablen Leitplanken-Ansätze umfassen normativ-deskriptive Darstellungen von Mensch-Umwelt-Interaktionen, die die Existenz des Menschen schlechthin, aber auch die Existenz des Menschen auf einem möglichst hohen kulturellen Niveau langfristig sicherstellen. Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass sie qualitativ-beschreibend Zielrichtungen für eine tragfähige Weiterentwicklung des Humansystems aufzeigen.

bringen deutlich zum Ausdruck, dass der Mensch und die ihn umgebende natürliche Umwelt nicht getrennt betrachtet werden können, sondern als Einheit, deren dauerhafter Fortbestand gesichert werden muss. Diese Grundüberzeugung trifft wohl für jeden Leitplanken-Ansatz zu, geht es doch stets um die Suche nach den Grenzen der noch verträglichen menschlichen Aktivitäten

in seinem natürlichen Umfeld. In der human-naturalen Einheit kann der Mensch als bewusstes Wesen seine Umwelt gestalten, verändern und dabei aus verschiedenen Verhaltensoptionen wählen. Diese spezifische Rolle erfordert ein ethisches Fundament, das dem Menschen eine solidarische Verantwortungshaltung gegenüber seiner Umwelt zuspricht.

Ethik ist die Sittenlehre vom richtigen Handeln des Menschen bzw. die Wissenschaft vom Seinsollenden und den dahinterstehenden Einstellungen und Werthaltungen. Ihre Ausgestaltung hängt ab vom vorherrschenden Menschen- und Gesellschaftsbild der betreffenden Weltanschauung, aus dem Handlungsnormen abgeleitet und Grenzen der Handlungsfreiheit bestimmt werden. Der Mensch bezieht in seine Entscheidungen Sollensrichtlinien ein, indem er die von seinem Tun und Unterlassen Betroffenen mitberücksichtigt. Aus ethischer Perspektive orientiert sich das menschliche Handeln nicht am Interesse des einzelnen, sondern an den Sinnwerten, die als allgemein verbindlich anerkannt werden<sup>1</sup>.

### 2.1 Notwendigkeit einer ethischen Fundamentierung

*Sowohl das Konzept der Nachhaltigkeit als auch das darin eingeschlossene Bild vom Menschen und seiner Stellung in der Natur bedarf einer ethischen Klärung.*

*Forum für Klima und Global Change, 1997*

Hatte der Mensch bisher innerhalb des breiten Handlungsspielraumes, den ihm die natürliche Umwelt darbietet, aus dem Verständnis der Unerschöpflichkeit der natürlichen Ressourcen heraus entschieden und aus einer Vielfalt möglicher Optionen seine spezifische Handlung gesetzt, so wurde mit der Brundtland-Definition die Frage aufgeworfen, wieweit dieser nunmehr begrenzte „Natur-

Spielraum“ vom Menschen beansprucht bzw. ausgenutzt werden darf. Das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung leitet einen Umdenkprozess im menschlichen Bewusstsein und Handeln ein mit dem Ziel, die Auswirkungen dieses Handelns so umwelt- und ressourcenschonend wie möglich zu halten, um auch nachfolgenden Generationen noch Handlungsoptionen offenzulassen.

Der Mensch besitzt als bewusstes Wesen die Fähigkeit zwischen mehreren Verhaltensweisen auszuwählen sowie die Folgen seines Verhaltens weitgehend abzuschätzen. Ihm obliegt daher auch die Verantwortung über sein Verhalten samt allen zukünftigen Auswirkungen<sup>2</sup>. Die Wahrnehmung dieser Verantwortung umfasst aber nicht nur eine Änderung von herkömmlichen Technologien, Produktions- und Wirtschaftsweisen, sie erfordert auch eine Anerkennung der sittlichen Bedeutung und Sinnhaftigkeit der Natur: Natur ist Partner des Menschen, für den er Verantwortung trägt, die Erde muss als „Ort und Gegenüber des schöpferischen Menschen angenommen werden“<sup>3</sup>, auf deren Kosten zu leben nicht als zulässig gelten darf.

Nachhaltige Entwicklung ist gemäß der Brundtland-Definition (Kapitel 3.1) an sich bereits ein ethisches Prinzip. Eine Auseinandersetzung mit der Frage nach den Grundzügen einer Sustainability-Ethik erscheint daher unausweichlich. Ausgehend von einer Auswahl bestehender umweltethischer Ansätze (Kapitel 2.2), werden zwei zentrale Grundzüge einer Ethik für nachhaltige Entwicklung skizziert (Kapitel 2.3). Es ist dies erstens die Verknüpfung traditioneller Ethikansätze, die auf das Verhalten gegenüber Mitmenschen (Individualethik) oder

<sup>1</sup> Siehe Buchberger, E. und Suk, W. (Hrsg.): Kleines Soziallexikon. 3. Aufl., Linz 1988, S. 37f., Kanatschnig, D.: Vorsorgeorientiertes Umweltmanagement. Wien New York 1992, S. 326 sowie Deutsch, G.M.: Lexikon der Umweltethik. Göttingen 1985, S.33.

<sup>2</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende. Wege zu einem gesellschaftlichen und ökologischen Strukturwandel. München 1998, S.121.

<sup>3</sup> Siehe Schmitz, P.: Ist die Schöpfung noch zu retten? Würzburg 1985, S.31.

gegenüber der Gesellschaft im allgemeinen (Sozialethik) bezogen sind, mit ethischen Ansätzen betreffend das Verhalten des Menschen gegenüber der Natur (Umweltethik). Zweitens muss eine Ausdehnung des zeitlichen Betrachtungs- und Beurteilungshorizontes erfolgen, d.h. es müssen in der daraus resultierenden Bewertung des menschlichen Handelns auch zukünftig lebende Menschengenerationen berücksichtigt werden.

## 2.2 Umweltethische Ansätze

Der Mensch ge- und verbraucht Natur längst nicht mehr nur für seine unmittelbaren Lebenszwecke, sondern er verändert, degradiert und zerstört Natur in immer größerem Umfang und immer rascher. Eine auf die Umwelt bezogene Ethik, die sogenannte Umweltethik, stellt nach WEISH einen neuen Anwendungsbereich traditioneller ethischer Überlegungen dar, der sich aus der Umweltkrise und dem daraus entstandenen steigendem Umweltbewusstsein sowie dem Umweltschutz als Gegenmaßnahme entwickelt hat<sup>1</sup>. Die Umweltethik beschreibt das richtige Handeln des Menschen gegenüber der Natur und legt fest, wieweit er seine immens gewachsenen (technisch-wirtschaftlichen) Möglichkeiten für Eingriffe in das Natursystem ausschöpfen darf<sup>2</sup>.

Innerhalb der bestehenden ethischen Ansätze, die einen Umweltbezug aufweisen, kann differenziert werden zwischen

- *Ansätze beim Subjekt des Handelns (beim Menschen),*
- *Ansätze beim Objekt (bei der Natur) und*
- *zielbezogene Ansätze<sup>3</sup>.*

### 2.2.1 Ansätze beim Subjekt des Handelns

Diese Gruppe umweltethischer Ansätze gründet in der neuzeitlichen Tradition der Ethik und betrachtet den Menschen als Ausgangspunkt, von dem aus die Welt (Natur) gestaltet wird. Eine extreme Position nehmen anthropozentrische Ansätze ein, nach denen nur der Mensch einen Eigenwert besitzt und die übrige Lebewelt lediglich in ihrer instrumentellen Bedeutung für den Menschen gewürdigt werden. Die natürliche Umwelt des Menschen wird auf ihn hingerichtet verstanden und erhält erst durch die menschliche Wahrnehmungs- und Deutungsperspektive den Zuspruch von Wert und Qualität<sup>4</sup>. Unter den subjektbezogenen Ansätzen ist im besonderen der vernunftphilosophische Ansatz zu erwähnen, der im Zentrum der Bestimmung des ethischen Tuns den mit Vernunft und Freiheit ausgestatteten, jedoch nicht unfehlbaren Menschen sieht. Als autonomes Subjekt vermag der Mensch durch bewusst-ökologisches Verhalten seine Verbindung zur Welt zu setzen, die er aber auch rechtfertigen muss. Wenn auch etwa KORFF auf die Notwendigkeit einer lern- und korrekturoffenen Rationalität hinweist<sup>5</sup>, so bleiben dennoch Zweifel bestehen, ob die Urteile eines rational-autonomen Subjektes eine Umkehr der gegenwärtigen Umweltkrise herbeizuführen vermögen<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> Siehe Forum Österreichischer Wissenschaftler für Umweltschutz (Hrsg.): Zukunftsverträgliche Entwicklung. Für eine ökologische Wirtschaftspolitik in Österreich. Umweltforum Nr. 5, 1994, S.17.

<sup>2</sup> Siehe Kanatschnig, D.: Vorsorgeorientiertes Umweltmanagement ... S.326.

<sup>3</sup> Die Einteilung der umweltethischen Ansätze wurde übernommen aus Schmitz, P.: Ist die Schöpfung noch zu retten? Umweltkrise und christliche Verantwortung. Würzburg 1985, S.64–80.

<sup>4</sup> Siehe Lesch, W.: Ökologisch-orientierte Ethik. Grundlagen und praktische Perspektiven. In: Kaufmann-Hayoz, R. und Di Giulio, A. (Hrsg.): Umweltproblem Mensch. Humanwissenschaftliche Zugänge zu umweltverantwortlichem Handeln. Bern Stuttgart Wien 1996, S.377.

<sup>5</sup> Siehe Korff, W.: Technik, Ökologie, Ethik. In: Kirche und Gesellschaft. Nr. 91, 1982, S.7.

<sup>6</sup> Siehe Schmitz, P.: Ist die Schöpfung noch zu retten? ... S.64.

Im angelsächsischen Sprachraum stellt weniger das rationale, sondern vielmehr das schmerz- und lustempfindende Subjekt das grundlegende Element der von BENTHAM begründeten utilitaristischen Ethik dar, die im Nützlichen zugleich das Gute sieht. Handlungen werden nicht als solche, sondern hinsichtlich des resultierenden Nutzens oder Schadens bewertet und sind dann ethisch gerechtfertigt, wenn sie dem Wohl (d.h. den Interessen, Wünschen, Notwendigkeiten, Hoffnungen, etc.) der Betroffenen und Beteiligten dienen. Der Utilitarismus strebt die Mehrung von Glück und Wohl für eine größtmögliche Zahl sowie die Minderung bzw. Vermeidung von Unglück an. Die am häufigsten geäußerte Kritik gegenüber diesem Ansatz ist die entgegengesetzte Fragestellung, ob er in der Aufrechnung von Interessen und Nutzen der Fülle des Lebens insgesamt gerecht wird<sup>1</sup>.

## 2.2.2 Ansätze beim Objekt des Handelns

Diese Ansätze stellen das Objekt des ethischen Handelns, die natürliche Umwelt, an den Ausgangspunkt der Betrachtungen und leiten davon ausgehend Anforderungen an das menschliche Verhalten ab. Indem sich die Aufmerksamkeit vom Subjekt auf das Objekt verlagert, wird die entscheidende Wende hin zu einer ökologisch orientierten Ethik vollzogen. Innerhalb der objektbezogenen Ansätze gibt es wiederum unterschiedliche Auffassungen hinsichtlich des Umwelt- und Naturverständnisses. Nach

AMERY und LEOPOLD muss sich das ethische Handeln des Menschen auf die Natur als Kontext beziehen. AMERY bezeichnet die Ökonomie als die heutige Leitwissenschaft der Politik und fordert deren Ablösung durch die Ökologie. Seiner Auffassung nach würden sich die Kriterien des Handelns in der Ökologie geleiteten Politik in der Weise verändern, dass Entscheidungen nicht mehr nach kurzfristigem Nutzen, sondern nach ihrem Beitrag zur Sicherung der ökologischen Stabilität gefällt werden<sup>2</sup>. LEOPOLD entwirft eine Landethik, die Böden, Wasser, Pflanzen, Tiere, etc. in die menschliche Gemeinschaft einbezieht. Dadurch verwandelt sich die Rolle des Menschen vom Zerstörer des ausgewogenen Gleichgewichtes der Landgemeinschaft hin zum Gemeinschaftswesen<sup>3</sup>.

Keinerlei Differenzierung zwischen „wertvolleren“ und „weniger wertvolleren“ Lebewesen erfolgt in der von SCHWEITZER formulierten Ethik der Ehrfurcht vor dem Leben, in der er die gleichwertige Einbeziehung alles außermenschlichen Lebens in das ethische Denken und Handeln fordert. Seine zentrale Aussage „Ich bin Leben, das leben will, inmitten von Leben, das leben will“<sup>4</sup> bringt die Gleichstellung von menschlichen und außermenschlichen Leben sowie den Wert des Lebens an sich zum Ausdruck. Die Ethik der Ehrfurcht vor dem Leben lässt nur die Erhaltung und Förderung von Leben gelten, sie erfasst aber auch die Notwendigkeit, dass sich ein Dasein auf Kosten eines anderen durchsetzt oder ein Leben sich nur entwickeln kann, indem es ein anderes zerstört. Im Umgang mit dieser Widersprüchlichkeit, (der sich SCHWEITZER bewusst war), ist der Mensch als bewusstes, ethisches Wesen aber stets dem Leben verpflichtet und aufgefordert, Humanität zu bewahren.

<sup>1</sup> Siehe ebenda, S.65f.

<sup>2</sup> Siehe Amery, C.: Natur als Politik. Die ökologische Chance des Menschen. Hamburg 1976, S.36.

<sup>3</sup> Siehe Leopold, A.: The Land Ethic. In: Leopold, A.: The Sand County Almanac. New York 1949, p. 201–226.

<sup>4</sup> Siehe Schweitzer, A.: Kultur und Ethik. Nachdruck, München 1990, S.330.

SCHWEITZERS Ethikansatz kann deshalb auch als eine universal aufgefasste Ethik der Humanität verstanden werden<sup>1</sup>.

Eine besonders klare Absage an die binnennethische Grenze bringt auch der von BLANKE im Jahre 1959 geprägte Begriff der Mitgeschöpflichkeit (oder „Mitkreatürlichkeit“) zum Ausdruck, der eng mit dem Gedanken der Brüderlichkeit (eine die Artgrenze überschreitende Zusammengehörigkeit) von Franz von ASSISI verbunden ist. Die Ethik der Mitgeschöpflichkeit weitet die geforderte Menschlichkeit auf Geschöpfe jeder Art aus. Obwohl er sich in erster Linie auf die belebte Natur bezieht, umfasst er auch die Umweltmedien Boden, Wasser und Luft, die als Grundlagen des Lebens mit diesem ursächlich verbunden sind. Mitgeschöpfliches Handeln impliziert das Übernehmen von Verantwortung gegenüber anderen Geschöpfen<sup>2</sup>.

Unter den Ethikansätzen, die die Natur als wegweisende Sinnvorgabe für ökologisches Handeln auffassen, ist insbesondere jener von JONAS hervorzuheben. Nach ihm liegt jedem menschlichen Handeln ein Sinn wahren menschlichen Lebens – und damit allen Lebens – zugrunde, von dem der Appell des An-sich-Guten und des von sich aus Seinswürdigen ausgeht. JONAS beurteilt die herkömmliche Ethik als eine „Gegenwartsethik“, die die Dimension der Zukunft nicht erfasst. Eine neue Ethik müsse daher die langfristigen Folgen des menschlichen Handelns berücksichtigen und eine umfassende Verantwortung für die Zukunft in das Zentrum stellen, und zwar „in Raum- und Zeithorizonten, die denen der Taten entsprechen“<sup>3</sup>. Nach FROMM ist der Sinn das Bindeglied zwischen Mensch und Welt sowie Voraussetzung für eine

lebensbejahende Ethik (Biophilie). Der Sinn des Lebens steht nicht nur in Beziehung zum „Bedürfnis des Menschen, die Welt als Mittel zur Befriedigung seiner physiologischen Notwendigkeiten zu benutzen, sondern ebenso zum Bedürfnis, seine Fähigkeiten in Bezug auf die Welt auszudrücken“<sup>4</sup>. Im Mittelpunkt seines ethischen Ansatzes steht daher auch die Umwandlung der auf Macht, Lust und Besitz ausgerichteten Habenstendenzen in Seinstendenzen, die Teilen und Verstehen zum Gegenstand haben<sup>5</sup>.

Neben dem Verständnis als Sinnträger kann Natur auch als Rechtsträger aufgefasst werden. Demgemäß wird die richtige Einstellung zur Natur dadurch gewonnen, indem die Eigenrechte der Natur respektiert werden. Der Begriff „Rechte“ bringt zum Ausdruck, dass die Natur einen Eigenwert besitzt, und zwar unabhängig davon, ob sie von jemand anderem bewertet wird, also subjektiv zugesprochenen „Wert“ besitzt. Nach ALTNER sollen die Rechte der Natur „Festschreibungen von Interessen zugunsten der Natur sein und somit Orientierungshilfen bei der Wahrnehmung von Verantwortung gegenüber der Natur“<sup>6</sup>. Zahlreiche Autoren ethischer Ansätze befähigen Rechtsansprüche der Natur, wenn sie auch den jeweiligen Träger des Rechtes unterschiedlich definieren: So wird etwa bei STUTZIN die Natur als Ganzes (biosphärische Einheit) einer juristischen Person gleichgestellt<sup>7</sup>, nach FEINBERG muss ein Träger von Rechten auch in seiner Person möglicher Nutznießer dieser Rechte sein<sup>8</sup> und REGAN erklärt sie aus der Tatsache, dass sie Subjekte des Lebens sind<sup>9</sup>.

MEYER-ABICH vertritt die Zielvorstellung einer „Rechtsgemeinschaft Natur“. Sie geht von dem Grundgedanken

1 Siehe Teutsch, G.M.: Lexikon der Umweltethik ... S.25.

2 Siehe ebenda, S.68.

3 Siehe Jonas, H.: Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. Frankfurt/ Main 1979, S.9.

4 Siehe Fromm, E.: Haben oder Sein. Die seelischen Grundlagen einer neuen Gesellschaft. Stuttgart 1976, S.30.

5 Siehe ebenda, S.167ff.

6 Siehe Altner, G.: Thesen zu Moral und Recht. In: Schneider, M. und Karrer, A. (Hrsg.): Die Natur ins Recht setzen. Ansätze für eine neue Gemeinschaft allen Lebens. Karlsruhe 1992, S.67.

7 Siehe Altner, G.: Wahrnehmung der Interessen der Natur. In: Meyer-Abich, K.M. (Hrsg.): Frieden mit der Natur. Freiburg 1979, S.124.

8 Siehe Feinberg, J.: Die Rechte der Tiere und zukünftiger Generationen. In: Birnbacher, D. (Hrsg.): Ökologie und Ethik. Stuttgart 1980, S.145.

9 Siehe Regan, T.: Human Rights, Animal Wrongs. In: Environmental Ethics 2 (1980) S.116.

aus, dass „die Art und Weise, wie der innerstaatliche Friede im modernen Rechtsstaat gefunden ist, ein zeitgemäßes Vorbild auch für den Frieden mit der Natur und die Entstehung eines entsprechenden Unrechtsbewusstseins ist, so dass Tieren, Pflanzen, Landschaften usw. Rechte zuerkannt werden sollten“<sup>1</sup>. Die Beziehung des Menschen zur Natur soll also in ähnlicher Weise geregelt werden wie der auf Rechtsordnungen beruhende mitmenschliche Umgang, der die Austragung von Konflikten auf friedliche Weise ermöglicht. Sie ist in seiner Charta der Rechte der Natur dargestellt<sup>2</sup>. Der Gedanke, der Natur Rechte zuzusprechen, ist neu und erscheint plausibel, wenngleich er sich nicht einfach auf die Tradition unserer gegenwärtigen Kultur übertragen lässt. Die ungewohnte Vorstellung von Rechten der Natur kann jedoch für die praktische Umweltarbeit und auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung eine bedeutende Rolle spielen.

### 2.2.3 Zielbezogene Ansätze

Die zielbezogenen umweltethischen Ansätze wählen weder den Menschen noch die Natur als Ausgangspunkt ihrer Überlegungen, sondern sind ausschließlich auf das Ziel, das langfristige Überleben der Menschheit und implizit der Natur zu sichern, ausgerichtet. Es handelt sich dabei um „überlebens-ethische“ Ansätze, die jedes Risiko, das die gegenwärtige und zukünftige Menschheit gefährdet, ablehnen. Sie können in zwei Hauptrichtungen

untergliedert werden, nämlich die „planetarische Solidarität“ und den „Generationenvertrag“.

Der Weg der planetarischen Solidarität wird der Ökopolitik zugeordnet, beinhaltet aber auch ethische Aussagen. Er zeigt eine Möglichkeit auf, die jetzt lebende Menschheit wie auch die zukünftige im gegenwärtigen Tun und Verhalten zu berücksichtigen. Der Ausgangspunkt ist die aus der Arbeiterbewegung stammende Solidarisierung mit dem aufgrund der Modernisierung der Produktionsweise entfremdeten Arbeiter. Die Solidarisierung wird auf all jene ausgeweitet, die keine soziale Sicherheit genießen (Arbeitslose, Alte, Ausländer, Kranke, Behinderte, Hungernde, Unterdrückte etc.) und findet in vielen Begriffen Ausdruck, wie etwa Basisdemokratie, Dezentralisierung, Subsidiarität, Kleinheit (SCHUMACHER), Entflechtung, Teilautonomie und Selbstbestimmung (BAHRO)<sup>3</sup>. Wird die Solidarisierung über die soziale Dimension hinaus auf Fauna und Flora ausgedehnt, so wird von planetarischer Solidarität gesprochen, die sich auf das gesamte „Raumschiff Erde“ bezieht. Die gegenüber diesem Ansatz geäußerte Kritik besteht in erster Linie in der ideologischen Verhaftung mit einem sozialistischen Weltbild sowie in dem Einwand, dass Solidarisierung nicht unbedingt zu sittlichem Handeln führen muss<sup>4</sup>.

Der Generationenvertrag gründet auf der Theorie der Gerechtigkeit von RAWLS, die in Gegenposition zum Utilitarismus die gleiche Freiheit und die gleiche Gelegenheit (Chance) für alle fordert<sup>5</sup>. Unterschiede bezüglich Freiheit und Chancen können nur dann akzeptiert werden, wenn sie dem in der jeweiligen Ordnungsreihe am untersten Ende Stehenden zugute kommen. Bei diesem Gedanken

<sup>1</sup> Siehe Meyer-Abich, K.M.: Aufstand für die Natur. Von der Umwelt zur Mitwelt. München, Wien 1990, S.143.

<sup>2</sup> Siehe Meyer-Abich, K.M.: Wege zum Frieden mit der Natur. Praktische Naturphilosophie für die Umweltpolitik. München, Wien 1984, S.19ff.

<sup>3</sup> Siehe Siehe Schmitz, P.: Ist die Schöpfung noch zu retten? ... S.78.

<sup>4</sup> Siehe Hartkopf, G. und Bohne, E.: Umweltpolitik Bd.1. Grundlagen, Analysen und Perspektiven. Opladen 1983, S.63ff.

<sup>5</sup> Siehe Rawls, J.: Eine Theorie der Gerechtigkeit. Frankfurt 1975.

knüpft das ethische Denken an, indem angenommen wird, dass sich die mit Bevölkerungsdichte, Industrie und Konsum verbundene Umweltzerstörung und der Naturressourcenverbrauch für viele nachteilig auswirkt. Eine gerechte Verteilung von Lebensqualität und -standard, Gesundheit oder Überlebensmöglichkeiten insgesamt ist in einem System, in dem die Umwelt zunehmend zerstört wird, nicht mehr gegeben. Im Sinne einer Gerechtigkeit, die die heute lebenden und die zukünftigen Generationen gleichermaßen betrifft, sind die Erhaltung der natürlichen Ressourcen und die Schonung der Umwelt zu verlangen.

Mit der Aufstellung von subjekt-, objekt- und zielbezogenen Ansätzen wurde nur ein Einblick in unterschiedliche Aspekte der Umweltethik geboten. Dennoch soll von ihr ausgehend der Versuch einer Erweiterung der Umweltethik zu einer Ethik für nachhaltige Entwicklung vorgenommen werden. Im folgenden Kapitel werden die Grundzüge dieser Sustainability-Ethik skizziert.

### 2.3 Grundzüge einer Ethik für nachhaltige Entwicklung

Nachhaltige Entwicklung zielt auf das langfristige Überleben der Menschheit ab und ist daher schon in seiner Konzeption auf den Menschen hin ausgerichtet. Das Nachhaltigkeitsprinzip kann in der Weise ausgelegt werden, dass die Natur allein schon aufgrund ihres Nutzens für den Menschen, als Mittel für eine Zweckerfüllung, erhaltenswert ist (anthropozentrische Sichtweise). Eine konse-

quente Durchüberlegung des Vorsorge(Sicherheits-)prinzips führt jedoch tiefer: Vorsorge heißt auch, sich über die Unzulänglichkeit des menschlichen Umweltwissens bewusst zu sein und für die Bewahrung aller Elemente der natürlichen Umwelt einzutreten, auch für jene, deren Funktion (Beziehungen zu anderen Elementen) nicht bekannt ist. Wird Bewahrung zur Grundlage der Vorsorge, so muss das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung mit einer weitaus umfassenderen, nämlich holistischen Ethik verbunden werden, die eine partnerschaftliche Haltung des Menschen zur Natur voraussetzt. Diese Partnerschaft ist vom Menschen allerdings nicht in einer gönnerhaften Anhebung des Status der Natur auf ein menschliches Niveau herbeizuführen, sondern aus der Erkenntnis heraus, dass er selbst als kleiner Teil der Natur in seinem Schicksal in die Natur integriert und unmittelbar von ihr abhängig ist (Schicksalsgemeinschaft Biosphäre)<sup>1</sup>.

Für eine umfassende Sustainability-Ethik gibt es noch kein geschlossenes Konzept, doch es können die beiden wesentlichsten Grundzüge, denen ein derartiger ethischer Ansatz folgen muss, grob aufgezeichnet werden. Es sind dies

- *die Verknüpfung von Soialethik und Umweltethik zu einer Ethik des Gesamtsystems und*
- *die intergenerative Betrachtung dieses Gesamtsystems.*

Für diese beiden Grundlinien werden wichtige Aspekte und Konsequenzen vorgestellt, ohne jedoch den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

<sup>1</sup> Siehe Dürr, H.-P.: Die Zukunft ist ein unbetteter Pfad. Bedeutung und Gestaltung des ökologischen Lebensstils. Freiburg i. Br. 1995, S.48.

### 2.3.1 Verknüpfung von Sozialethik und Umweltethik

Ein ethischer Ansatz als Grundlage für richtiges Handeln des Menschen hinsichtlich der Umsetzung des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung muss sich über zwei Dimensionen erstrecken, nämlich einerseits die zwischenmenschliche Beziehung (Sozial- oder Binnenethik) und andererseits die Beziehung zwischen Mensch und Umwelt (Umweltethik). Die Sozialethik behandelt u.a. die Erfüllung der menschlichen Grundbedürfnisse, wie das Recht auf körperliche Unversehrtheit, auf hinreichende Ernährung und insgesamt auf die Menschenrechte. Sie umfasst aber auch die menschliche Würde, kulturelle Identität, demokratische Partizipation usw. Eine Ethik für nachhaltige Entwicklung muss also das Gesamtsystem, d.h. das Natur- und das Humansystem als Ganzheit, erfassen.

Diese Auffassung vertritt auch der RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN, wonach Umweltethik nicht die Rolle einer isolierten Sonderethik einnehmen darf, sondern sich als konstitutiver Teil eines anspruchsvollen, umfassenden Sustainability-Ethos erweisen muss, das sowohl das Umweltproblem als auch die humanen Erfordernisse gleichermaßen umfasst. Eine Sustainability-Ethik setzt voraus, dass dem Denken in ökologischen Zusammenhängen ein gleich hoher Stellenwert beigemessen wird wie dem an individuellen und sozialen Be-

langen orientierten Denken in technisch-ökonomischen Zusammenhängen. Sie stellt demnach eine Erweiterung der Umweltethik um soziale Aspekte, wie z.B. Überwindung gesellschaftlicher Polarisierungen, dar<sup>1</sup>.

In seiner Ethik des Gesamtsystems versteht CHURCHMAN den Begriff des Gesamtsystems nicht im Sinne einer Verbindung von Natur- und Humansystem, sondern als „Gesamthaftigkeit“, als ganzheitlichen Rahmen, in welchen Veränderungen in einzelnen Systemsegmenten eingeordnet werden müssen. Ob ein Eingriff zu einer Systemverbesserung oder -verschlechterung führt, kann nur bei Betrachtung des Gesamtsystems beurteilt werden. Ein Systemgestaltender darf daher seine Aufmerksamkeit nicht bloß auf einen Sektor konzentrieren, sondern muss sich mit den Eigenschaften, der „Natur“ des Gesamtsystems auseinandersetzen<sup>2</sup>. Diese Vorgehensweise lässt sich auf die Umsetzung des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung übertragen, indem Einzelhandlungen jeweils in Hinblick auf die Zielerreichung im human-naturalen Gesamtsystem abgestimmt werden müssen.

Bei der Verbindung von Natur- und Humansystem bzw. der gesamtsystemaren Betrachtung von Systemsegment-Veränderungen, wie sie nur beispielhaft anhand der Forderungen des RSU und von CHURCHMAN erläutert wurden, muss aber auch die Frage nach der inhaltlichen Ausgestaltung dieser Verknüpfung gestellt werden. Welche ethischen Leitprinzipien, die das Verhalten bestimmen, sollen übernommen werden? Dass die Beziehung des Humansystems zum Natursystem nur auf partnerschaftliche Art und Weise ausgefüllt werden kann, wurde bereits eingangs erwähnt. Was ist aber konkret

<sup>1</sup> Siehe Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1994 ... S.158.

<sup>2</sup> Siehe Churchman, C.W.: Philosophie des Managements. Ethik von Gesamtsystemen und gesellschaftliche Planung. 2. Aufl., Bern, Stuttgart 1980, S.18f.

unter „Partnerschaft“ gemeint? BOSSEL vertritt eine Ethik der Partnerschaft, die „ethische Überlegungen auf alle gegenwärtigen und zukünftigen Teilsysteme ausdehnt, gleich ob sie menschlich oder nichtmenschlich, belebt oder unbelebt sind“<sup>1</sup>. Wesentlich dabei ist die Erkenntnis, dass jedes einzelne Teilsystem für sich eine wichtige Rolle in der Entwicklung des Gesamtsystems spielt und die Interessen dieses Teilsystems berücksichtigt werden müssen. Das Prinzip der partnerschaftlichen Ethik lautet: „Alle Systeme, die hinreichend einzigartig und unersetzlich sind, haben gleiches Recht auf Erhaltung und Entfaltung“<sup>2</sup>.

Wird die Ethik der Partnerschaft von der Systemebene auf die Individualebene übertragen, so entspricht sie der mitgeschöpflichen Ethik (siehe Kapitel 2.2.2), in welche allerdings die unbelebte Natur noch einzubeziehen ist. Der Begriff der Mitgeschöpflichkeit (auch Mitkreatürlichkeit) richtet sich an den Einzelnen in der Gemeinschaft mit allem Geschaffenen. Er impliziert, dass die Interessen der Mitmenschen sowie Fauna, Flora und unbelebte Natur in den eigenen Entscheidungen mitberücksichtigt werden müssen. Mitgeschöpflichkeit entsteht aus der Erkenntnis heraus, dass sich alles Handeln in einem vernetzten System vielfacher Abhängigkeiten und Beziehungen abspielt. Es herrscht eine „dialogische“ Einheit zwischen den Lebenden<sup>3</sup>. Auf die mit Mitgeschöpflichkeit in engem Zusammenhang stehenden Begriffe Solidarität und Verantwortung wird im nächsten Kapitel eingegangen.

### 2.3.2 Intergenerative Betrachtung des human-naturalen Gesamtsystems

Die Einsicht, dass heutiges Handeln weitreichende Folgen für die Zukunft haben kann, muss zu einer Aufhebung der zeitlichen Betrachtungs- und Beurteilungsgrenzen aller Aktivitäten des Menschen führen. Dabei bedeutet der Einbezug der Zukünftigkeit in die Ethik letztlich auch Kontinuität zu stiften<sup>4</sup>. Ein ethischer Ansatz mit Langfristorientierung ist die sogenannte evolutionäre Ethik. Diese ist im Zusammenhang mit dem Konzept der Nachhaltigen Entwicklung aber nicht in naturalistischer Weise zu verstehen, wonach die Kulturfähigkeit des Menschen (der hier in erster Linie als Ergebnis der biologischen Evolution angesehen wird) aufgrund seiner genetischen Determiniertheit für begrenzt gehalten wird<sup>5</sup>. Eine evolutionäre Ethik in Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung ist vielmehr im Sinne von JANTSCH eine solche Ethik, die „nicht nur über den Einzelnen, sondern über die ganze Menschheit hinausreicht und die Prinzipien der Evolution wie Offenheit, Ungleichgewicht, die positive Rolle von Fluktuationen, Engagement explizit miteinschließt“<sup>6</sup>.

Evolutionäre Ethik ist auch im Sinne CHARDINS „Solidarität und Verantwortung für ein in Entwicklung befindliches Universum“ zu verstehen<sup>7</sup>. Seiner Auffassung nach ist der gesamte Kosmos einschließlich des Menschen ein in ständiger Entwicklung befindliches Ineinander von Geist und Materie. Die Einbindung des Menschen in die stoff-

<sup>1</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende... S.130.

<sup>2</sup> Siehe ebenda.

<sup>3</sup> Siehe Schmitz, P.: Ist die Schöpfung noch zu retten? ... S.130f.

<sup>4</sup> Siehe Zwierlein, E.: Hat die Natur Maßstäbe? Zur Debatte um Hans Jonas. In: Zwierlein, E. (Hrsg.): Natur als Vorbild. Was können wir von der Natur zur Lösung unserer Probleme lernen? Philosophisches Forum Universität Kaiserslautern, Band 4, Idstein 1993, S.55.

<sup>5</sup> So erachtet die evolutionäre Ethik im rein naturalistischen Verständnis u.a. auch die Fähigkeiten des Menschen zur sozialen Organisation für begrenzt. Siehe Stoeckle, B. (Hrsg.): Wörterbuch der ökologischen Ethik. Freiburg i. Breisgau 1986, S.52.

<sup>6</sup> Siehe Jantsch, E.: Die Selbstorganisation des Universums. Vom Urknall zum menschlichen Geist. München, Wien 1992, S.361.

<sup>7</sup> Siehe Werner, H.-J.: Eins mit der Natur. Mensch und Natur bei Franz von Assisi, Jakob Böhme, Albert Schweizer, Teilhard de Chardin. München 1986, S.105ff.

liche Welt ist nichts Statisches, sondern strebt in einem dynamischen Prozess immer höhere und komplexere Stufen an. In dieser fortwährenden Entwicklung muss der Mensch seine Rolle richtig begreifen, indem er erkennt, dass seine Einbindung in die organische Welt von ihm selbst gestaltet und weiterverantwortet werden muss<sup>1</sup>.

Je weiter der zeitliche Betrachtungsrahmen menschlicher Handlungen abgesteckt wird und umso mehr zukünftige Generationen in Entscheidungsprozessen berücksichtigt werden sollen, umso stärker rücken die Prinzipien Verantwortung und Solidarität in den Mittelpunkt. Generative Solidarität wird dann gelebt, wenn sich die heute lebenden und wirtschaftenden Menschen sittlich verpflichtet fühlen, jene elementaren ökologischen Bedingungen zu sichern, die ihren Nachkommen ein menschenwürdiges Leben ermöglichen<sup>2</sup>. Da die Zukunft des Menschen von der Zukunft seiner Umwelt abhängig ist, muss Solidarität als Bestandteil einer Ethik für nachhaltige Entwicklung über den sozialen Bereich hinaus ausgedehnt werden auf die außermenschliche Welt. Diese sogenannte planetarische Solidarität bezieht sich auf die gesamte belebte und unbelebte Natur (siehe Kapitel 2.2.3).

Verantwortung bezeichnet das Verhältnis zwischen einem Verantwortungsträger gegenüber einer Verantwortungsinstanz in bezug auf einen Verantwortungsgegenstand<sup>3</sup>. Um Verantwortung übernehmen zu können, muss der Verantwortungsträger aus eigener Einsicht dazu Bereitschaft zeigen, aber auch über die entsprechende Kompetenz und Fähigkeit verfügen und diese realistisch einschätzen. Nach WERNER gehören zur Verantwortung

Distanz und Zugewandtheit gleichermaßen: die intensive Zuwendung, eine Art innerer Zugehörigkeit auf der einen Seite sowie ein distanziertes Zurücktreten auf der anderen Seite, um den Kontext, in den der Verantwortungsgegenstand eingebettet ist, zu erkennen. Dass der Mensch sich der Natur zuwendet, liegt nach WERNER daran, dass er Teil der Naturgeschichte ist. Dass er gleichzeitig Distanz zur Natur hält, kann damit begründet werden, dass er ein geistiges Wesen ist, welches zurücktreten kann und muss, um das Ganze in den Blick zu nehmen<sup>4</sup>. Verantwortung wird hier aus der Perspektive evolutionärer Ethik aufgefasst, mit der auch LESCH übereinstimmt, wenn er konstatiert, dass (Umwelt)Verantwortung keine Eigenschaft oder Zustandsbeschreibung sein kann, sondern einem dynamischen Prozess gleichkommt, der immer wieder „gestützt und stimuliert“ werden muss<sup>5</sup>.

Hinsichtlich des mit der Umweltverantwortung verknüpften Umweltverhaltens besteht weitgehend Einverständnis darüber, dass die Verantwortung heute lebender Menschen unvergleichlich gravierender ist als in früheren Jahrhunderten. So schreibt JONAS: „Die moderne Technik hat Handlungen von so neuer Größenordnung, mit so neuartigen Objekten und so neuartigen Folgen eingeführt, dass der Rahmen früherer Ethik sie nicht mehr fassen kann ... Man nehme zum Beispiel ... die kritische Verletzlichkeit der Natur durch die technische Intervention des Menschen – eine Verletzlichkeit, die nicht vermutet war, bevor sie sich in schon angerichtetem Schaden zu erkennen gab“<sup>6</sup>. Umweltverantwortung in heutiger Zeit bezieht sich also längst nicht mehr allein auf die unmittelbaren Ergebnisse des Handelns, sondern zunehmend mehr auf die Neben- und Spätfolgen.

<sup>1</sup> Siehe ebenda, S.125.

<sup>2</sup> Siehe Rock, M.: Überlegungen zum ökologischen Ethos. In: Argumente für das Leben. Schriftenreihe der Akademischen Bonifatius-Edition, 37. Jg., Heft 2, Mai 1982, S.83.

<sup>3</sup> Siehe Teutsch, G.M.: Lexikon der Umweltethik ... S.125.

<sup>4</sup> Siehe Werner, H.-J.: Natur allein genügt nicht – Möglichkeiten und Probleme eines neuen Naturbezugs in der Philosophie. In: Zwierlein, E. (Hrsg.): Natur als Vorbild. Was können wir von der Natur zur Lösung unserer Probleme lernen? Philosophisches Forum Universität Kaiserslautern, Band 4, Idstein 1993, S.35.

<sup>5</sup> Siehe Lesch, W.: Dimensionen der Verantwortung für die Umwelt. In: Kaufmann-Hayoz, R. und Di Giulio, A. (Hrsg.): Umweltproblem Mensch. Humanwissenschaftliche Zugänge zu umweltverantwortlichem Handeln. Bern, Stuttgart, Wien 1996, S.35.

<sup>6</sup> Siehe Jonas, H.: Das Prinzip Verantwortung ... S.26.

In diesem Sinne fordert WEISH eine Verantwortungsethik, wobei für ihn „Verantwortung übernehmen heißt, für die Folgen seines Handelns persönlich einzutreten. Das bedeutet, dass nur Handlungen verantwortet werden können, deren absehbare Folgen die Lebensdauer des Verursachers (oder Mitverursachers) nicht übersteigen. Das Ausmaß der Folgen darf außerdem die Größenordnung dessen nicht überschreiten, wofür ein Mensch vernünftigerweise eintreten kann“<sup>1</sup>. Dies stimmt gedanklich überein mit dem von JONAS formulierten Imperativ: „Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlung verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden“<sup>2</sup>. Er verfolgt das Ziel der Sicherung des menschlichen Überlebens, wobei das Attribut „echt“ nicht nur reines physisches Überleben verlangt, sondern die Erhaltung jener Bedingungen, die ein menschliches Leben auf hohem kulturellen Niveau ermöglichen.

Wie jede Ethik, so beruht auch die Wirkung einer Sustainability-Ethik auf ihrer Umsetzung in verhaltens-anleitende Werthaltungen. Während eine Ethik aus dem jeweiligen Weltbild resultiert und den anthropogenen Verhaltensspielraum insgesamt absteckt, gibt das Wertesystem innerhalb dieser Grenzen jene gesellschaftlich akzeptier-

ten Orientierungsrichtlinien vor, die das Verhalten eines Menschen bis zu einem gewissen Grade vorhersehbar machen und damit eine soziale Ordnung erst ermöglichen<sup>3</sup>. Ein soziokultureller Wert kann definiert werden als ein „sozial sanktionierter, kulturell typisierter und psychisch internalisierter Standard selektiver Orientierung für Richtung, Intensität, Ziel und Mittel des Verhaltens“<sup>4</sup>.

Ziel muss es sein, ethische Ansätze für eine nachhaltige Entwicklung im verhaltenswirksamen gesellschaftlichen Wertesystem zu konkretisieren und umzusetzen. Um die Umweltkrise bewältigen zu können, gilt es, eine Neuorientierung jener Werte zu schaffen, die zu Umweltproblemen führten und führen und diese immer mehr verstetigen. So sprechen etwa BLACKSTONE<sup>5</sup> oder HILLMANN<sup>6</sup> von der Notwendigkeit einer „Umwertung der Werte (transvaluation of values)“. Dass ein derart bewusst-planmäßiger Wertewandel zur Sicherung einer lebenswerten Zukunft auch realisierbar ist, liegt in der wissenschaftlich belegten Tatsache begründet, dass vorerst im Gefühlsbereich entstandene Werte bewusst gemacht, beschrieben, durchdacht, geordnet, begründet werden und dann ausdrücklich akzeptiert oder abgelehnt werden können<sup>7</sup>.

<sup>1</sup> Siehe Weish, P.: Technik und Verantwortung am Beispiel der Kernenergie. In: Forum Österreichischer Wissenschaftler für Umweltschutz (Hrsg.): Umweltethik. Beiträge zur Grundlegung zukunftsverträglicher Werthaltungen. Heft 6, 1994, S.34.

<sup>2</sup> Siehe Jonas, H.: Das Prinzip Verantwortung ... S.36.

<sup>3</sup> Siehe Kanatschnig, D.: Vorsorgeorientiertes Umweltmanagement. Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft. Linzer Universitätsschriften, Monographien 14, Wien, New York 1992, S.348.

<sup>4</sup> Siehe Rudolph, W.: Die amerikanische „Cultural Anthropology“ und das Wertproblem. Berlin 1959, S.164.

<sup>5</sup> Siehe Blackstone, W.T. (Ed.): Philosophy and Environmental Crisis. University of Georgia Press, Athens 1974, S.17.

<sup>6</sup> Siehe Hillmann, K.-H.: Umweltkrise und Wertewandel. Die Umwertung der Werte als Strategie des Überlebens. Frankfurt am Main 1981.

<sup>7</sup> Siehe Teutsch, G.M.: Lexikon der Umweltethik ... S.36.

# 3

## DAS ÖKOLOGISCH-GESELLSCHAFTLICHE TRANSFORMATIONSMODELL

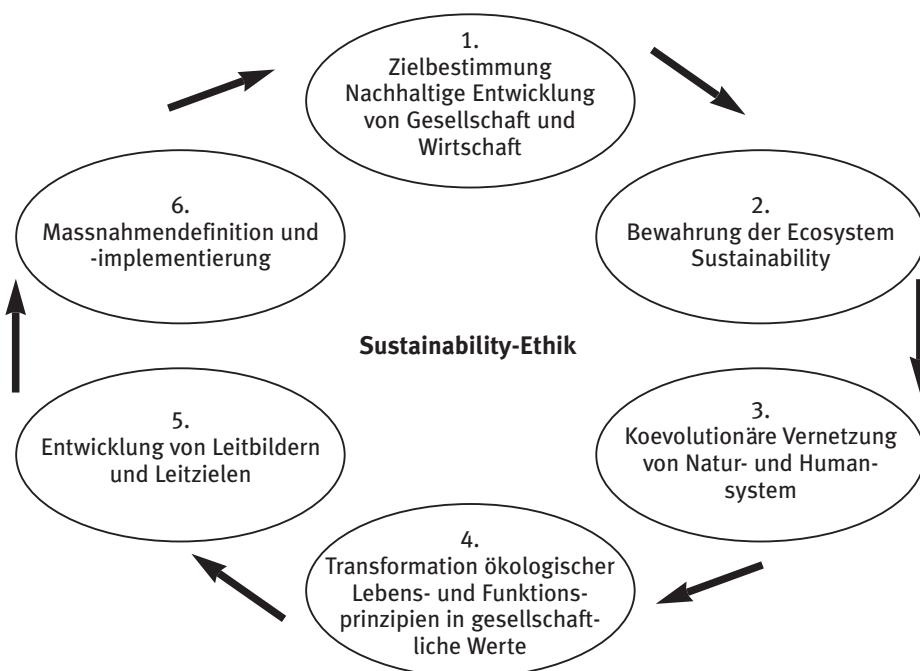
Nachdem die Grundzüge einer Sustainability-Ethik als Fundament für einen nachhaltigkeitsbezogenen Leitplanken-Ansatz skizziert wurden, erfolgt nun eine detaillierte Beschreibung des ökologisch-gesellschaftlichen Transformationsmodells. Es beschreibt einen Leitplanken-Ansatz mit dem Bemühen um ein möglichst umfassendes und integratives Verständnis des Begriffes „ökologische Leitplanken“. Die Namensgebung beruht auf dem zentralen Kern des Modells, dem Transformationsprozess von ökologischen Lebens- und Funktionsprinzipien in konkrete sozioökonomische Zielvorstellungen und den ihnen zugrundeliegenden Werthaltungen zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung. Dabei werden Lebensprinzipien des Natursystems auf das gesellschaftliche und

wirtschaftliche Subsystem übertragen und schließlich jene normativen Werte abgeleitet, die der Aufrechterhaltung eben dieser natürlichen Lebensprinzipien dienen.

Das ökologisch-gesellschaftliche Transformationsmodell (engl. ecological-societal transformation model, kurz: EST-Modell) wird im Invers-Modus erstellt, d.h. es wird von einem gewünschten Entwicklungsziel in der Zukunft (einem Leitbild) ausgegangen und dann die für die Zielerreichung nötigen Arbeitsschritte „rückwärts“ bis zur Gegenwart bestimmt. Diese Invers-Methode bietet den Vorteil, dass die Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung relativ hoch ist. In Abbildung 12 wird das EST-Modell im Überblick dargestellt. Es besteht insgesamt aus sechs Arbeitsphasen und umfasst zum einen die inhaltliche

Präzisierung eines Konzeptes ökologischer Leitplanken und zum anderen eine Handlungsanleitung für die Umsetzung auf regionaler Ebene. Von wesentlicher Bedeutung ist die ethische Fundierung des EST-Modells, aus der die Erklärung für die Bestimmung der einzelnen Phasen hervorgeht.

ABB. 12: DAS ÖKOLOGISCH-GESELLSCHAFTLICHE TRANSFORMATIONS MODELL (EST-MODELL)



Im Transformationsmodell wird das übergeordnete Entwicklungsziel mit dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft bestimmt (Phase 1). Es bildet den breiten Rahmen, in welchen die Leitplanken-Konzeption eingebettet wird. In Phase 2 wird das Hauptaugenmerk auf die ökologischen Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung gelegt. Das Ziel Erhaltung der ökologischen Lebens- und Funktionsprinzipien ist die fundamentale Ausgangsposition für die Definition von ökologischen Leitplanken. In Phase 3 wird die Verbindung zwischen den Bereichen Ökologie und Gesellschaft geschaffen, indem die Gewährleistung einer Koevolution von Natur- und Humansystem im Sinne einer gemeinsamen dauerhaften Weiterentwicklung als Ziel formuliert wird. Die Phase 4 des Modells, die Transformation ökologischer Lebens- und Funktionsprinzipien in gesellschaftliche Zielvorstellungen und Werthaltungen, bildet den zentralen Kern des EST-Modells. Dabei werden mittels systemtheoretischer Analyse die Charakteristika der natürlichen Lebens- und Funktionsprinzipien ermittelt und daraus jene gesellschaftlichen Herausforderungen abgeleitet, die zum einen auf die Erhaltung dieser ökologischen Voraussetzungen und zum anderen auf die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung abzielen.

Mit der Phase 4 ist die Konzeption des Leitplanken-Transformationsmodells abgeschlossen. Phase 5 leitet mit der Entwicklung von Leitbildern und Leitzielen die Umsetzung des Modells ein, die auf regionaler Ebene unter Berücksichtigung von spezifischen Besonderheiten erfolgen muss. Aus den entworfenen Leitbildern folgt schließlich in Phase 6 die Entwicklung und Implementierung von Maßnahmen in allen handlungsbefähigten Humansyste-

men, die der Realisierung der Leitziele dienen. Wird auch diese letzte Phase erfolgreich erarbeitet, so wurde damit ein bedeutender Beitrag zur Erreichung des übergeordneten Ziels einer Nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft (Phase 1) geleistet.

Es muss ausdrücklich betont werden, dass das EST-Modell ein Arbeitsprogramm darstellt, das nie fertig abgearbeitet sein kann. Selbst wenn die Phase 6 erreicht ist und sich eine Region auf diverse Maßnahmen geeinigt, sie beschlossen und umgesetzt hat, so ist das Modell damit nicht fertig abgearbeitet. Es ist mit dem ersten Durchlaufen der sechs Phasen lediglich ein Arbeitsprogramm zur Umsetzung ökologischer Leitplanken initiiert worden, das ständig weitergeführt werden muss. Das Transformationsmodell weist also einen starken Prozesscharakter auf.

Das ökologisch-gesellschaftliche Transformationsmodell ist in 2 Teile und 6 Phasen gegliedert:

### **Inhaltliche Konzeption ökologischer Leitplanken:**

**Phase 1:** *Nachhaltige Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft wird als Leitbild für die gesamte Modellentwicklung festgelegt.*

**Phase 2:** *Die Erhaltung der natürlichen Lebens- und Funktionsprinzipien stellt das oberste Ziel für die Definition eines Konzeptes ökologischer Leitplanken dar.*

**Phase 3:** *Die Gewährleistung der Koevolution von Natursystem und Humansystem bringt die Forderung nach einer langfristigen, dauerhaften gemeinsamen Weiterentwicklung von Mensch und Natur zum Ausdruck.*

**Phase 4:** Die Transformation ökologischer Lebens- und Funktionsprinzipien in gesellschaftliche Ziele und Werte (mittels systemtheoretischer Analyse) bildet den zentralen Kern des Leitplanken-Modells. Mit der Übertragung von Prinzipien des Natursystems auf das Humansystem können gesellschaftliche Handlungserfordernisse mit aus Ökosystemprinzipien abgeleiteten Argumenten begründet werden.

## Operationalisierung ökologischer Leitplanken:

**Phase 5:** Mit der Entwicklung von Leitbildern und Leitzielen werden die regionalen Besonderheiten analysiert, Entwicklungsziele festgelegt und mögliche Handlungsräume abgesteckt.

**Phase 6:** Auf diese Basisarbeit aufbauend folgt die Entwicklung und Implementierung von Maßnahmen in allen handlungsbefähigten Humansystemen. Mit dieser konkreten Umsetzungsarbeit wird ein bedeutender Beitrag zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft – also zur Verwirklichung des in Phase 1 festgelegten Leitbildes – geleistet.

Die inhaltliche Konzeption ökologischer Leitplanken in den Phasen 1 bis 4 ist als Bewusstseinsbildungsprozess zu verstehen und erfordert einen einmaligen Phasendurchgang. Die Operationalisierung ökologischer Leitplanken muss hingegen auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen (lokale, regionale, nationale Ebene) erfolgen, so dass mit dem Durchlaufen der Phasen 5 und 6 lediglich die Initierung eines langfristigen Prozesses erfolgt, der auf das Entwicklungsziel Nachhaltigkeit ausgerichtet ist. In den nächsten Abschnitten folgt eine ausführliche Darstellung der einzelnen Modellphasen.

### 3.1 Phase 1: Zielbestimmung Nachhaltige Entwicklung

Da eine sozioökonomische Entwicklung nur dann als nachhaltig bezeichnet werden kann, wenn sie innerhalb ökologischer Leitplanken verläuft, wirft das Nachhaltigkeitsprinzip per se die Frage nach einer inhaltlichen Präzisierung dieser ökologischen Leitplanken auf. Es stellt somit den übergeordneten Kontext der Leitplanken-Entwicklung dar und erklärt deren Notwendigkeit. Dementsprechend bildet die Anerkennung des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung als umfassendes Zukunftsleitbild die erste Phase im EST-Modell. Die wesentlichsten Grundzüge einer nachhaltigen Entwicklung werden nachfolgend dargestellt.

Die Geschichte des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung reicht bis das 13. Jahrhundert zurück und hat seinen Ursprung in der deutschen Forstwirtschaft. Die rasche Bevölkerungszunahme in Mitteleuropa mit entsprechend ausgedehnten Waldrodungen führte zu einer drastischen Verknappung der zentralen ökonomischen Ressource Holz. Aus dieser ökonomischen Krise heraus entstanden in verschiedenen Reichsstädten Deutschlands erste konzeptionelle Festlegungen zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung (z.B. Nürnberger Waldordnung von 1294)<sup>1</sup>. Deren Prinzip wird auch heute noch mit der klaren Formel „nicht mehr Holz einschlagen, als nachwachsen kann“ dargelegt. Es sollte die Kontinuierlichkeit der Holzversorgung gewährleisten.

<sup>1</sup> Siehe Nutzinger, H. G.: Von der Durchflußwirtschaft zur Nachhaltigkeit – Zur Nutzung endlicher Ressourcen in der Zeit. In: Biervert, B. und Held, M. (Hrsg.): Zeit in der Ökonomik. Frankfurt, New York 1995, S.207–235.

Später erfuhr das Konzept eine Verallgemeinerung, indem es auf andere natürliche Ressourcen übertragen wurde. Die Leitidee war stets, nur die „Zinsen“ des natürlichen Wachstums zu nutzen, ohne dabei den „Kapitalstock“ anzutasten. In diesem erweiterten Sinne fand das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung im englischen Sprachraum Verbreitung, wo es mit sustainable yield und später mit sustainability übersetzt wurde. In den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde es dann mit Nachhaltige Entwicklung ins Deutsche zurückübersetzt<sup>1</sup>.

Der Begriff Nachhaltige Entwicklung ist abstrakt, lässt Raum für viele Interpretationen und ist dehnbar für unterschiedliche Zielvorstellungen mit jeweils eigenen Inhalten. Die begriffliche Unschärfe macht aber gleichzeitig die Attraktivität des Konzeptes aus; vermittelt es doch eine Überbrückung der bisher vorwiegend gegensätzlich verstandenen Bereiche Ökologie und Ökonomie und eine Harmonisierung konfliktträchtiger Interessenslagen.

Die meist verwendete Definition von „Sustainable Development“ bzw. „Nachhaltiger Entwicklung“ findet sich im sogenannten Brundtland-Bericht „Our Common Future“ der Kommission der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung aus dem Jahr 1987<sup>2</sup>. Sustainable Development, heißt es dort,

*„integrates economics and ecology in decision making and law making to protect the environment and to promote development“ (37). It „aims at a type of development which integrates production with resource conservation and enhancement and links both to providing an adequate livelihood base and equitable access to resources“ (39). It tries to „reorient international relati-*

*ons to achieve trade, capital and technology flows that are more equitable and consistent with environmental imperatives“ (40). Sustainable development wants to achieve „social equity between generations and within each generation. ... It meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs“ (32, 43)<sup>3</sup>.*

Die ins Deutsche übersetzte, vielzitierte Kernaussage lautet:

*„Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generationen entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse und ihren Lebensstil zu wählen. Die Forderung, diese Entwicklung dauerhaft zu gestalten, gilt für alle Länder und Menschen.“*

Gemäß dieser Definition für Nachhaltige Entwicklung sind unter dem Leitziel der intergenerativen Gerechtigkeit die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung so zu gestalten, dass die natürlichen Lebensgrundlagen langfristig erhalten bleiben. Weltweit bekannt wurde das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung fünf Jahre später, als 1992 bei der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung (UNCED) in Rio de Janeiro insgesamt 178 Staaten (neben weiteren vier Abkommen) die „Agenda 21“ unterzeichneten. Es handelt sich dabei um ein umfangreiches Arbeitsprogramm für das 21. Jahrhundert, in dem gefordert wird, Umwelt- und Entwicklungsfragen gleichermaßen anzugehen und miteinander zu verbinden. „Wir müssen menschliche Grundbedürfnisse befriedigen, den Lebensstandard aller Menschen verbessern und die Ökosysteme wirkungsvoller schützen und

<sup>1</sup> siehe Held, M.: Geschichte der Nachhaltigkeit. Überarbeitete Fassung eines Vortrages am 30.09.1998. Tutzing 1999, S.1.

<sup>2</sup> World Commission on Environment and Development (WCED): Our Common Future. Oxford University Press, 1987.

<sup>3</sup> Siehe ebenda.

verwalten. Keine Nation kann sich ihre Zukunft allein sichern; gemeinsam ist es aber möglich – in einer weltweiten Partnerschaft für eine nachhaltige Entwicklung“<sup>1</sup>. Die Agenda 21 ist damit zum Symbol eines neuen Bewusstseins für die gemeinsame Verantwortung der Weltgesellschaften geworden.

Der Erdgipfel von Rio machte das Leitbild Nachhaltige Entwicklung weltweit bekannt und führte zur Zustimmung unterschiedlichster Personenkreise. Nicht nur Umwelt- und Naturschutzverbände, sondern auch Regierungen, politische Parteien, die Kirche, Unternehmen, Wirtschaftsverbände, Gewerkschaften u.v.m. bekannten sich zum Nachhaltigkeitsprinzip. Umso mehr stieg damit aber auch das Bedürfnis nach einer präziseren Formulierung, einer genaueren begrifflichen Erfassung und Operationalisierung dieses Leitbildes. Gleichzeitig begann die Suche nach Etappenzielen, nach leicht gehbaren ersten Schritten, die letztendlich zur Realisierung des Leitziel Nachhaltige Entwicklung führen sollen.

### 3.1.1 Nachhaltige Entwicklung als regulative Idee

Nachhaltige Entwicklung ist ein gesellschaftlicher Lern-, Such- und Erfahrungsprozess, der durch Offenheit und Unsicherheit gekennzeichnet ist<sup>2</sup>. Nachhaltige Entwicklung ist also nicht als Real-Modell zu verstehen, sondern als offenes Leitbild, als sogenannte „regulative Idee“ im Sinne Immanuel Kants<sup>3</sup>.

Regulative Ideen richten den menschlichen Verstand auf Ziele aus und lassen Raum für Such- und Lernprozesse zur laufenden Verbesserung des gesellschaftlichen Zusammenlebens. So sind beispielsweise auch die positiven und offenen Begriffe Freiheit oder Gerechtigkeit als regulative Ideen zu verstehen, für die es „nur vorläufige und hypothetische Zwischenbestimmungen geben kann“<sup>4</sup>. Derartige Zwischenbestimmungen bzw. Etappenziele auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung sind vor allem deshalb wichtig, weil es nicht möglich ist, einen allgemeingültigen und verpflichtenden Zielzustand für alle Gesellschaften zu definieren. Vielmehr sind die mit einer nachhaltigen Entwicklung verbundenen gesellschaftlichen Vorstellungen zeit-, situations-, kultur- und wissensabhängig<sup>5</sup>.

Die Schwierigkeit, aber auch die Herausforderung der regulativen Idee Nachhaltige Entwicklung besteht darin, dass die Such-, Lern- und Erfahrungsprozesse in die jeweiligen Handlungslogiken der gesellschaftlichen Subsysteme übersetzt und verbindlich überprüfbar Etappenziele festgelegt werden müssen<sup>6</sup>. Die laufende Überprüfung dieser Zwischenziele soll Korrekturmöglichkeiten aufzeigen sowie frei wählbare Entscheidungswege zu späteren Zeitpunkten offen halten<sup>7</sup>.

<sup>1</sup> Centre for Our Common Future: Erdgipfel 1992. Agenda für eine nachhaltige Entwicklung. Eine allgemein verständliche Fassung der Agenda 21 und der anderen Abkommen von Rio. Genf 1993, S.1.

<sup>2</sup> Siehe Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages (Hrsg.): Institutionelle Reformen für eine Politik der Nachhaltigkeit. Berlin Heidelberg 1998. S.18.

<sup>3</sup> Siehe ebenda.

<sup>4</sup> Siehe Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages (Hrsg.): Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Bonn 1998. S.28.

<sup>5</sup> Siehe ebenda.

<sup>6</sup> Institut für Organisationskommunikation (IFOK): Zukunftsfähigkeit lernen. Kurzfassung zum Diskurs-Projekt ‘Bausteine für ein zukunftsfähiges Deutschland’ im Auftrag vom Verband der Chemischen Industrie und von der IG Bergbau, Chemie, Energie mit einem Kommentar von Edgar Gärtner. Krefeld 1997.

<sup>7</sup> Siehe Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages (Hrsg.): Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Bonn 1998. S.28.

### **3.1.2 Nachhaltige Entwicklung als integratives Konzept**

*Die Berufung unserer Zeit geht dahin, ein auf die Totalität des Daseins gerichtetes Erkennen heranzubilden.*

*Alfred Müller-Armack*

Das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung verknüpft erstmals Umweltaspekte mit sozioökonomischen Entwicklungsfragen. Es weitet damit den ökologischen Diskurs zu einem gesellschaftspolitischen Diskurs aus und wird zum Impulsgeber für eine neue Grundlagenreflexion über die Zukunft der Gesellschaft<sup>1</sup>. Es sind sowohl die Zukunftsperspektive als auch der inhaltliche Anspruch, das ökologische, ökonomische und soziale System zu einem funktionsfähigen Ganzen miteinander zu vernetzen, die dem Konzept der Nachhaltigen Entwicklung seinen Leitbildcharakter verleihen.

Die Zukunftsperspektive ist in der Definition des Brundtland-Berichtes direkt angesprochen, indem die gleichen Lebenschancen für künftige Generationen gefordert werden. Schwieriger ist hingegen der komplexe inhaltliche Anspruch des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung zu erfassen: Nachhaltige Entwicklung findet sich im Kräfteleck Ökologie-Ökonomie-Soziales wieder. Die Verknüpfung von Umweltfragen mit der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung hat zu einer Trendwende

vom additiven zum integrativen Umweltschutz geführt: Demnach gilt in der neuen Umweltpolitik das Hauptaugenmerk nicht mehr so sehr dem Schutz bzw. der Erhaltung der einzelnen Umweltmedien (Boden, Wasser, Luft sowie Flora und Fauna), sondern der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung insgesamt. So betont die ENQUETE-KOMMISSION, dass es nur dann einen „wirklichen Ausweg aus den derzeitigen Krisen“ geben könne, „wenn Ökonomie, Ökologie und sozialer Ausgleich als Einheit begriffen werden, wenn politisches wie wirtschaftliches Handeln künftig alle drei Aspekte gleichermaßen ins Kalkül einbezieht, statt sie gegeneinander auszuspielen“<sup>2</sup>. Die Herausforderung des integrativen Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung liegt insbesondere bei der neuen Herangehensweise an Entscheidungsprozesse, wo es darum geht, jeweils alle drei Dimensionen – Ökologie, Ökonomie und Soziales – gleichermaßen zu berücksichtigen und zu fördern.

#### **3.1.2.1 Die drei Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung**

Das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung vernetzt ökologische, gesellschaftliche und ökonomische Belange. Zunächst gilt es, jede einzelne dieser drei Dimensionen zu beleuchten und Entwicklungsrichtungen bzw. -ziele (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) abzustecken. Anschließend werden die drei Teilkomplexe zu einem Ganzen integriert.

<sup>1</sup> Siehe Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1996. Zur Umsetzung einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung. Stuttgart 1996. S.50.

<sup>2</sup> Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 12. Deutschen Bundestages (Hrsg.): Die Industriegesellschaft gestalten – Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn 1994 S.54.

### 3.1.2.1.1 Die ökologische Dimension

Die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen gegenwärtiger und künftiger Generationen ist die in sehr allgemeiner Form definierte Grundforderung des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung, über die in der Fachdiskussion breites Einvernehmen herrscht<sup>1</sup>. Weitgehend unklar ist hingegen, wie diese Forderung in der Praxis eingelöst werden kann. Denn seit dem Auftreten des Menschen greift er ständig in die natürlichen bzw. anthropogen überformten Ökosysteme ein und nutzt sie als Ausgangsbasis für vielfältige Umwandlungsprozesse zur Herstellung von Produkten und Dienstleistungen. Diese sogenannte Quellenfunktion der Natur umfasst aber nicht nur ihre Rolle als Rohstoffquelle, sondern auch ihre Funktion als Quelle der Erholung, Freizeitgestaltung und Regeneration des Menschen<sup>2</sup>. Daneben besitzt die Natur eine Senkenfunktion, indem sie Abfälle und Emissionen der menschlichen Aktivität wieder aufnimmt. Dabei wird die Fähigkeit natürlicher Systeme, Stoffe in bestimmten Mengen aufzunehmen und abzubauen (siehe z.B. Selbstreinigungskraft von Gewässern) ausgenützt<sup>3</sup>.

Das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung geht davon aus, dass sowohl die Quellen- als auch die Senkenfunktion der natürlichen Umwelt vom Menschen nicht unbeschränkt in Anspruch genommen werden können. Ziel muss die langfristige Aufrechterhaltung beider Funktio-

nen für künftige Generationen sein. Wenn auch die Voraussetzungen der Funktionsfähigkeit der Natur (natur-)wissenschaftlich bisher nicht exakt erfasst werden können, so können doch nach dem Vorsorgeprinzip Regeln zum Umgang mit Naturressourcen formuliert werden. Die ENQUETE-KOMMISSION hat vier grundlegende Regeln zum Management von Stoffströmen formuliert, die durch eine fünfte Regel des RATES VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN ergänzt wurden. Sie lauten<sup>4</sup>:

1. *Die Abbaurate erneuerbarer Ressourcen soll deren Regenerationsrate nicht überschreiten. Dies entspricht der Forderung nach Aufrechterhaltung der ökologischen Leistungsfähigkeit, d.h. (mindestens) nach Erhaltung des von den Funktionen her definierten ökologischen Realkapitals.*
2. *Nicht erneuerbare Ressourcen sollen nur in dem Umfang genutzt werden, in dem ein physisch und funktionell gleichwertiger Ersatz in Form erneuerbarer Ressourcen oder höherer Produktivität der erneuerbaren sowie der nicht erneuerbaren Ressourcen geschaffen wird.*
3. *Stoffeinträge in die Umwelt sollen sich an der Belastbarkeit der Umweltmedien orientieren, wobei alle Funktionen zu berücksichtigen sind, nicht zuletzt auch die „stille“ und empfindlichere Regelungsfunktion.*
4. *Das Zeitmaß anthropogener Einträge bzw. Eingriffe in die Umwelt muss im ausgewogenen Verhältnis zum Zeitmaß der für das Reaktionsvermögen der Umwelt relevanten natürlichen Prozesse stehen.*
5. *Gefahren und unvertretbare Risiken für die menschliche Gesundheit durch anthropogene Einwirkungen sind zu vermeiden.*

Die ersten vier Regeln zielen auf die dauerhafte Erhaltung des Naturgüterbestandes ab. Nach dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik, dem Massen- und Energieerhaltungssatz<sup>5</sup>, kann Materie auf der Erde weder neu erschaffen werden noch verloren gehen. Jede Stoffentnahme aus der Natur ist naturgesetzlich mit einem Stoffeintrag

<sup>1</sup> Siehe auch das Zielsystem zum Nationalen Umweltplan für Österreich in: Kanatschnig, D. und Ömer, B.: Grundlagen einer integrativen Umsetzung des Nationalen Umweltplanes für Österreich. Schriftenreihe des Österreichischen Instituts für Nachhaltige Entwicklung, Band 1, Wien 1996. S.36f.

<sup>2</sup> Siehe Knaus A. und Renn, O.: Den Gipfel vor Augen – Unterwegs in eine nachhaltige Zukunft. Marburg 1998. S.38.

<sup>3</sup> Siehe ebenda.

<sup>4</sup> Siehe Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages: Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Bonn 1998. S.45f.

<sup>5</sup> Der erste Hauptsatz der Thermodynamik lautet: In einem abgeschlossenen System, in dem alle möglichen physikochemischen Umwandlungen ablaufen können, bleibt die Gesamtenergie erhalten. Siehe: Haken, H. und Wunderlin, A.: Synergetik: Prozesse der Selbstorganisation in der belebten und unbelebten Natur. In: Dress, A., Hendrichs, H. und G. Küppers: Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft. München 1986, S.38.

an anderer Stelle und zu einem anderen Zeitpunkt verbunden<sup>1</sup>. Dieser durch die wirtschaftliche Tätigkeit des Menschen bedingte Prozess führt – gemäß dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik<sup>2</sup> – zu einer fortlaufenden Verringerung des Entropiegrades der Natur, d.h. mit seinen Aktivitäten „schafft der Mensch Ordnung in seiner natürlichen Umwelt“, da es zu einer ständigen „Entwertung von Stoffen und Energie“<sup>3</sup> kommt. Das Ziel einer ökologischen Nachhaltigkeit beinhaltet somit sowohl eine effizientere Ressourcennutzung als auch eine Entlastung der Senkenfunktion der Natur.

In der fünften Regel kommt zum Ausdruck, dass auch die menschliche Gesundheit ein wichtiges Kriterium für ökologisches Handeln ist. So betont u.a. die ENQUETE-KOMMISSION „die Bedeutung der Gesundheit als Ziel des Umweltschutzes und sieht diese als wesentlichen Bestandteil sowohl der ökologischen als auch der sozialen Ziele an“<sup>4</sup>. Nachhaltige Entwicklung ist nicht zuletzt ein Konzept zur Aufrechterhaltung jener ökologischen Erfordernisse, die Menschen zum gesunden Leben benötigen.

### 3.1.2.1.2 Die soziale Dimension

So wie das Natursystem unterliegt auch das gesellschaftliche Subsystem einer fortlaufenden Weiterentwicklung. Zukunftsprognosen weisen darauf hin, dass die sozialen Probleme in den nächsten Jahren stark zunehmen werden (Bevölkerungswachstum, Arbeitslosigkeit, etc.). Der

sozialen Komponente im Leitbild Nachhaltige Entwicklung kommt daher eine besonders hohe Bedeutung zu. Sie umfasst nicht nur Aspekte aus der entwicklungspolitischen Diskussion, wie z.B. intragenerative Verteilungsgerechtigkeit zwischen Nord und Süd, sondern darüber hinaus die „Schaffung einer solidarischen Gesellschaft, die Demokratie, Rechtsstaatlichkeit, Freiheit, soziale Gerechtigkeit, Wohlstand und ökologische Verantwortung gewährleistet“<sup>5</sup>.

Eine Ausformulierung dieser Bausteine erfolgte durch die ENQUETE-KOMMISSION, die folgende wesentliche soziale Ziele nennt<sup>6</sup>:

- *Versorgungssicherheit*
- *Beseitigung der Arbeitslosigkeit*
- *Frieden, als Voraussetzung der Funktionsfähigkeit unseres gesellschaftlichen Systems*
- *vorsorgender Gesundheits- und Arbeitsschutz*
- *soziale Stabilität*
- *Rechtssicherheit und parlamentarische Demokratie als Garant und Eckpfeiler der Funktionsfähigkeit der Gesellschaft*
- *Erhaltung und Weiterentwicklung des Sozialstaates*
- *Lebensqualität*
- *Erhaltung der Handlungsautonomie und*
- *Akzeptanz in der Bevölkerung.*

Die Bedeutung der Gesellschaft liegt v.a. im Aufbringen von Akzeptanz für den erforderlichen ökologischen Strukturwandel und der damit verknüpften Änderung der Art des Wirtschaftens, der Konsummuster, Lebensstile und Werthaltungen. Das Gelingen des für eine nachhaltige Entwicklung notwendigen Wertewandels stellt eine der großen Herausforderungen im Umsetzungsprozess dar. Umgekehrt muss die Gesellschaft aber auch die mit nachhaltigkeitsrelevanten Veränderungen verbundenen

<sup>1</sup> Siehe Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.): Die Industriegesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn 1994, S.44.

<sup>2</sup> Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik lautet: In einem isolierten System liegt der thermische Gleichgewichtszustand dann vor, wenn die Entropie bezüglich aller möglichen Veränderungen den maximalen Wert besitzt. Siehe: Haken, H. und Wunderlin, A.: Synergetik: Prozesse der Selbstorganisation in der belebten und unbelebten Natur. In: Dress, A., Hendrichs, H. und G. Küppers: Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft. München 1986, S.38.

<sup>3</sup> Siehe Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.): Die Industriegesellschaft gestalten... Bonn 1994, S.44.

<sup>4</sup> Siehe ebenda, S.5.

<sup>5</sup> Abschlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages: Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung. Hrsg. vom Deutschen Bundestag, Bonn 1998, S.49.

<sup>6</sup> Siehe Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.): Die Industriegesellschaft gestalten ... S.61.

Anpassungsprozesse bewältigen können. Realisierungschancen für Maßnahmen zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung sind daher nur dann gegeben, wenn diese in erster Linie sozialverträglich sind<sup>1</sup>.

Als Anregung für die weitere Diskussion schlägt die ENQUETE-KOMMISSION vier Regeln aus sozialer Sicht der Nachhaltigkeit vor<sup>2</sup>:

1. *Der soziale Rechtsstaat soll die Menschenwürde und die freie Entfaltung der Persönlichkeit sowie die Entfaltungschancen für heutige und zukünftige Generationen gewährleisten, um auf diese Weise den sozialen Frieden zu bewahren.*
- 2.a. *Jedes Mitglied der Gesellschaft erhält Leistungen von der solidarischen Gesellschaft:*
  - *entsprechend geleisteter Beiträge für die sozialen Sicherungssysteme,*
  - *entsprechend Bedürftigkeit, wenn keine Ansprüche an die sozialen Sicherungssysteme bestehen.*
- 2.b. *Jedes Mitglied der Gesellschaft muss entsprechend seiner Leistungsfähigkeit einen solidarischen Beitrag für die Gesellschaft leisten.*
3. *Die sozialen Sicherungssysteme können nur in dem Umfang wachsen, wie sie auf ein gestiegenes wirtschaftliches Leistungspotential zurückgehen.*
4. *Das in der Gesellschaft insgesamt und in den einzelnen Gliederungen vorhandene Leistungspotential soll für künftige Generationen zumindest erhalten werden.*

Die erste Regel fordert intra- und intergenerationale Solidarität. Mit Solidarität ist jener Wert gemeint, durch den sich die Verantwortung für sich selbst ausweitet in räumlicher Hinsicht zu einer Mitverantwortung für das Schicksal in unterentwickelten Regionen und in zeitlicher Hinsicht zu einer Mitverantwortung für das Schicksal der künftigen Generationen. Tiefergehende Interpretationen beziehen die Tier- und Pflanzenwelt in diese solidarische Mitverantwortung ein (siehe Kap. 2.2.3).

Die zweite Regel betrifft den Ausgleich zwischen starken und schwachen Mitgliedern der Gesellschaft („Starke unterstützen Schwache“). Voraussetzung für diesen Ausgleich stellt das in den Regeln drei und vier genannte „Leistungspotential“ dar, das „sowohl für die emotionale Bereitschaft als auch für die geistige, rechtliche und materielle Absicherung solidarischen Zusammenlebens gilt“<sup>3</sup>.

### 3.1.2.1.3 Die ökonomische Dimension

Die Wirtschaft stellt jenen organisatorischen Komplex dar, der die Versorgung der Bevölkerung mit Produkten und Dienstleistungen unter Einsatz von Naturressourcen und Arbeitskraft sicherstellt. Die menschliche Lebenstüchtigkeit in den letzten Jahrhunderten hat zu einem gewaltigen technischen und sozialen Fortschritt geführt, der sich nun jedoch durch die Eigendynamik des ökonomischen Systems zu verselbständigen beginnt<sup>4</sup>. Die Vernachlässigung sozialer und ökologischer Belange sind unerwünschte Nebenwirkungen jener Vorteile, die mit dem freien Wettbewerb verbunden sind. Um ein weiteres Auseinanderdriften der wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Entwicklungen zu minimieren bzw. zu verhindern, müssen freie Märkte mit einer funktionsfähigen staatlichen Rahmenordnung, die den Wettbewerb in gesellschaftlich erwünschte Bahnen lenkt, verbunden werden<sup>5</sup>.

Ein ökologisch orientierter Strukturwandel kann dann eingeleitet werden, wenn sich die Auffassung durchsetzt,

<sup>1</sup> Siehe ebenda.

<sup>2</sup> Siehe Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages: Konzept Nachhaltigkeit... Bonn 1998, S.51f.

<sup>3</sup> Siehe ebenda, S.52.

<sup>4</sup> Siehe Kanatschnig, D.: Vorsorgeorientiertes Umweltmanagement ... S.385.

<sup>5</sup> Siehe Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages: Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung... S.47.

dass „Umweltschutz nicht länger als systemfremder Störfaktor für die Wirtschaftsstruktur und Wirtschaftsentwicklung gilt, sondern als systemimmanentes Element wirtschaftlicher Entscheidungsprozesse“<sup>1</sup>. Dass ein derartiges Wirtschaftsverständnis, das einen hohen Innovationswillen impliziert, zu großem ökonomischen Erfolg führen kann, lässt sich an etlichen Beispielen belegen<sup>2</sup>.

Die ENQUETE-KOMMISSION schlägt nachfolgende Regeln vor, die aus ökonomischer Sicht der nachhaltigen Entwicklung beachtet werden müssen<sup>3</sup>:

- *Das ökonomische System soll individuelle und gesellschaftliche Bedürfnisse effizient befriedigen. Dafür ist die Wirtschaftsordnung so zu gestalten, dass sie die persönliche Initiative fördert (Eigenverantwortung) und das Eigeninteresse in den Dienst des Gemeinwohls stellt (Regelverantwortung), um das Wohlergehen der derzeitigen und künftigen Bevölkerung zu sichern. Es soll so organisiert werden, dass es auch gleichzeitig die übergeordneten Interessen wahrt.*
- *Preise müssen dauerhaft die wesentliche Lenkungsfunktion auf Märkten wahrnehmen. Sie sollen dazu weitestgehend die Knappheit der Ressourcen, Senken, Produktionsfaktoren, Güter und Dienstleistungen wiedergeben.*
- *Die Rahmenbedingungen des Wettbewerbes sind so zu gestalten, dass funktionsfähige Märkte entstehen und aufrechterhalten bleiben, Innovationen angeregt werden, dass langfristige Orientierung sich lohnt und der gesellschaftliche Wandel, der zur Anpassung an zukünftige Erfordernisse nötig ist, gefördert wird.*
- *Die ökonomische Leistungsfähigkeit einer Gesellschaft und ihr Produktiv-, Sozial- und Humankapital müssen im Zeitablauf zumindest erhalten werden. Sie sollten nicht bloß quantitativ vermehrt, sondern vor allem auch qualitativ ständig verbessert werden.*

Allen vier Regeln ist gemeinsam, dass sie eine Verminderung von Knappheiten, die sich die Menschen ausgesetzt sehen, und eine Erhöhung des Wohlstandes als vordringliche Ziele in den Mittelpunkt stellen. Die erste Regel

fordert eine derartige Gestaltung der Rahmenordnung, dass Eigeninteressen der Menschen auch der Allgemeinheit nützlich gemacht werden. Die zweite und dritte Regel zielen auf die Lenkungsfunktion der Preise (Bsp. Internalisierung externer Kosten) sowie auf die Förderung von ökologisch orientierten und sozialverträglichen Innovationen. Die letzte Regel schließt den Zeitaspekt mit ein, wonach künftigen Generationen weite Möglichkeitsräume und Handlungsoptionen überlassen werden sollen.

### 3.1.2.2 Integration der drei Dimensionen

Im Konzept der Nachhaltigen Entwicklung sind die drei Subsysteme Natur, Gesellschaft und Wirtschaft zu einer Ganzheit integriert. Der Begriff Integration ist dabei weiter aufzufassen als Summation bzw. Addition, denn er bedeutet das Verschmelzen einzelner Elemente zu einem neuen Ganzen (das Ganze ist mehr als die Summe der Teile<sup>4</sup>). Das Integrationsprinzip gilt als das entscheidende konstituierende Prinzip bei der Bildung von Ganzheiten und macht neben der analytischen Betrachtungsweise (Forschungsstrategie) auch eine synthetische bzw. kompositorische erforderlich<sup>5</sup>.

Das Auseinanderdriften der ökologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung hat sich als Ursache für die gegenwärtige ökologische Krise erwiesen. Einen Gegentrend zu dieser Entwicklung leitet das Sustainability-Konzept ein, da es „die ökologische Frage aus der

<sup>1</sup> Siehe Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1996 ... S.87.

<sup>2</sup> Als nur ein Beispiel seien die Aussteller der von der Klagenfurter Messe Betriebsges.m.b.H. veranstalteten „Faktor 4+ Kongressmesse“ von 17.–21. Juni 1998 in Klagenfurt erwähnt. Sie zeigten eindrucksvoll, wie Ressourceneffizienz um den Faktor vier oder mehr als strategisches Managementziel im Betrieb zu innovativen, wettbewerbskräftigen Produkten und Dienstleistungen führt.

<sup>3</sup> Siehe Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages: Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung ... S.48.

<sup>4</sup> Siehe Kanatschnig, D.: Vorsorgeorientiertes Umweltmanagement ... S.143.

<sup>5</sup> Siehe Peters, W.: Zur Theorie der ökologischen Modellierung von Natur und Umwelt für planungsbezogene Anwendungen. Ein Ansatz zur Rekonstruktion und Systematisierung der Grundperspektiven ökologischer Modellbildung. Dissertation TU Berlin, Berlin 1996, S.127.

Isolierung herausholt und als unabdingbaren Bestandteil der gesellschaftlichen Gesamtentwicklung erkennen lässt<sup>1</sup>. Die komplexen Wirkungsgefüge, wie sie das ökologische, das gesellschaftliche und das wirtschaftliche System darstellen, müssen zu einem funktionsfähigen Ganzen vernetzt werden. In der entstandenen Ganzheit kann als Entwicklungserfolg nur das gewertet werden, was von den Anforderungen des Natursystems mitgetragen bzw. was einer ökologischen Nachhaltigkeit gerecht wird. Der verantwortungsvolle Umgang mit der Natur wird somit zum Erfolgsfaktor im Bemühen um wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und soziale Stabilität und Gerechtigkeit.

Wie die Integration von ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklungsfragen vorgenommen werden kann, kann am Beispiel des Integrationsmodells des Bensheimer Instituts für Organisationskommunikation (IFOK) dargestellt werden<sup>2</sup>. Es zeigt, wie innerhalb des Kräftedreiecks Ökologie-Ökonomie-Soziales der Staat, die Zivilgesellschaft und die Wirtschaft nicht nur in Beziehung zueinander gestellt, sondern auch ein neues Bild ihrer Aufgaben und Funktionen zur Wegbereitung einer nachhaltigen Entwicklung entworfen wird<sup>3</sup>.

In diesem Integrationsmodell umfassen die Aufgaben des Staates

- eine motivierende Funktion gegenüber den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Akteuren zu erwünschten Verhaltensweisen im Sinne des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung,
- die Organisation des Kommunikationsprozesses zwischen unterschiedlichen gesellschaftlichen Teilsystemen sowie
- das Ausbalancieren verschiedener Interessen und Machtungleichgewichte<sup>4</sup>.

Die Rolle der Zivilgesellschaft wird durch ein hohes Sozialvermögen gestärkt. Dieses umfasst nicht nur die sozialverträgliche Umsetzung politischer Vorgaben, sondern auch die Entstehung vertrauensbildender und transparenter sozialer Netzwerke auf der Basis der Gegenseitigkeit, die eine stabile Erwartungssicherheit ermöglichen. Solidarische Nachbarschaftsverhältnisse und ein aktives Vereinsleben sind Strukturen, die Kooperationen erleichtern. Das IFOK betont ausdrücklich, dass sich Sozialvermögen nur von solchen Normen der Gegenseitigkeit bildet, die nicht auf Feindbildern oder auf der Herabwürdigung Dritter beruhen<sup>5</sup>.

Die Wirtschaft steht im Spannungsfeld zwischen den Vorteilen des freien Wettbewerbes einerseits und den unerwünschten Nebenwirkungen (Gefährdung der gesellschaftlichen Integration, Ausbeutung der Naturressourcen) andererseits. Dieses Wechselspiel kann aktiv gestaltet werden, indem Unternehmen nicht nur auf die Spielregeln der wirtschaftlichen Rahmenordnung reagieren, um im Wettbewerb des Marktes zu bestehen, sondern diese Spielregeln als gesellschaftliche Akteure auch aktiv mitgestalten und verbessern, sofern sich diese langfristig nicht als gut genug erweisen. Aufgrund dieser sogenannten Regelverantwortung nehmen Unternehmen auch die Rollenfunktion von gesellschaftlichen Akteuren ein<sup>6</sup>.

Der integrative Charakter des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung ermöglicht eine vernetzte, interdisziplinäre Betrachtungsweise von Problemen und ein sektorenübergreifendes Entwerfen von Lösungsansätzen. Dass das Integrationsprinzip aber insbesondere für den Umsetzungsprozess einer nachhaltigen Entwicklung relevant

<sup>1</sup> Siehe Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1996. Zur Umsetzung einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung. Stuttgart 1996, S.50.

<sup>2</sup> Diskurs-Projekt 'Bausteine für ein zukunftsähiges Deutschland' im Auftrag vom Verband der Chemischen Industrie und von der IG Bergbau, Chemie, Energie mit einem Kommentar von Edgar Gärtner. Krefeld 1997.

<sup>3</sup> Ausführliche Darstellung siehe in: Institut für Organisationskommunikation (IFOK): Zukunftsfähigkeit lernen. Kurzfassung zum Diskurs-Projekt 'Bausteine für ein zukunftsähiges Deutschland' im Auftrag vom Verband der Chemischen Industrie und von der IG Bergbau, Chemie, Energie mit einem Kommentar von Edgar Gärtner. Krefeld 1997.

<sup>4</sup> Siehe ebenda, S.16.

<sup>5</sup> Siehe ebenda, S.17f.

<sup>6</sup> Siehe ebenda, S.13ff.

ist, wurde von der ENQUETE-KOMMISSION festgestellt<sup>1</sup>:

- Ein integratives Vorgehen bei der Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung erfordert eine andere Problemlösungsstrategie: Es geht nicht mehr darum, ausschließlich eine Zieldimension isoliert zu betrachten und zu überlegen, wie zu erwartende Konflikte vermieden oder minimiert werden können, sondern es muss eine systematische Suche nach „win-win-Situationen“ erfolgen.
- Die Leistungsfähigkeit des politischen Prozesses, normative Grundsätze – wie sie das integrative Konzept der Nachhaltigen Entwicklung enthält – umzusetzen, ist viel zu gering. Um sie zu stärken, muss die heutige Institutionenlandschaft weiterentwickelt werden.
- Ein grundsätzliches Problem ist die Begrenztheit des Wissens über die Zusammenhänge zwischen menschlichem Handeln und dessen Auswirkungen in der Natur. Es ist Aufgabe der Wissenschaft, zur Klärung der Beziehungen zwischen den Zieldimensionen der nachhaltigen Entwicklung und der Eignung der umweltpolitischen Mitteln (Instrumentarium) zur integrativen Zielerreichung beizutragen. Gleichzeitig wird eingeräumt, dass die Wissenschaft diese Aufgabe nicht endgültig lösen wird können und die Folgenabschätzung von Maßnahmen nie gänzlich erfolgen kann.

### 3.1.3 Ausrichtung der „Strong Sustainability“

Betreffend die ökologischen Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung werden in wissenschaftlichen Diskussionen mehr oder weniger radikale Forderungen formuliert. Schon die ursprünglichste Definition von nachhaltiger Entwicklung „nicht mehr Holz einschlagen, als nachwachsen kann“ lässt einen engeren und einen weiter gefassten Standpunkt zu: So kann die Auslegung dieser Definition

vor dem Hintergrund eines statischen Verständnisses

„nur soviel Holz wird aus den Wäldern entnommen, wie zur Erhaltung der Wuchskraft des Bodens als Voraussetzung für das Fortbestehen des Waldes notwendig ist“ oder eines dynamischen Verständnisses „Erhaltung der Funktionsfähigkeit und vor allem der Widerstandsfähigkeit des Waldes auch gegenüber neuen und unvorhergesehenen Entwicklungen“ erfolgen<sup>2</sup>.

Aus diesem Beispiel ist ersichtlich, wie unterschiedlich tiefgreifend ökologische Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung gestellt werden können. Aus dem Diskussionsprozess unter Umweltökonomien haben sich zwei verschiedene Ansätze herausgebildet, nämlich das Konzept der „Weak Sustainability“ und das der „Strong Sustainability“. Die Vertreter beider Denkrichtungen behandeln die Grundfrage nach der Substitutionsfähigkeit von natürlichem Kapital völlig verschieden. Sie sind sich einzig in der Forderung, dass nachhaltige Entwicklung mindestens die Konstanz des gesamten Kapitalstocks über die Zeit aufrechterhält, einig. Dieser gesamte Kapitalstock setzt sich aus mehreren Kapitalanteilen zusammen, wie natürliches Kapital, kulturelles Kapital, ethisches/moralisches Kapital, Humankapital und menschengemachtes Kapital<sup>3</sup>.

Dem Begriff der Substitution (Austauschbarkeit) weisen KNAUS und RENN mehrere Bedeutungen zu. Sie unterscheiden zwischen stofflicher, funktionsorientierter und nutzenorientierter Substituierbarkeit<sup>4</sup>. Stoffliche Substituierbarkeit fordert den Ersatz einer natürlichen Ressource durch einen – auch hinsichtlich der chemischen Eigenschaften – identischen Stoff und ist aufgrund dessen nur

<sup>1</sup> Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages (Hrsg.): Institutionelle Reformen für eine Politik der Nachhaltigkeit. Berlin Heidelberg 1998, S.16ff.

<sup>2</sup> Siehe Da Silva Matos, I. und Hofmann, M.: Wasser und Nachhaltigkeit. In: Zeitschrift für angewandte Umweltforschung. Jg. 10 (1997), H. 2, S.232.

<sup>3</sup> Siehe ebenda, S.233.

<sup>4</sup> Siehe Knaus, A. und Renn, O.: Den Gipfel vor Augen. Unterwegs in eine nachhaltige Zukunft. Marburg 1998, S.46ff. Seite 57:

<sup>1</sup> Zum Beispiel ist die synthetische Herstellung eines dem Naturkautschuk sehr ähnlichen Stoffes bereits gelungen, er kann jedoch nicht die Eigenschaften des Naturkautschuk simulieren. Siehe ebenda, S.47.

<sup>2</sup> So besitzt beispielsweise der Wald zahlreiche Funktionen, wie z.B. Holzproduktion (Produktions- und Baustoff, Energiegewinnung), Schutz vor Erosion und Lawinenbildung, Halt des Bodens, Speicherung des Wassers, Beeinflussung des regionalen Klimas, Erholungswirkung, etc. Wald kann daher nicht in seiner Funktionsgesamtheit substituiert werden, sondern lediglich hinsichtlich einzelner Funktionen (z.B. Ersatz von Holz-Baustoff durch künstliches Material oder Ersatz des natürlichen Lawinenschutzes durch künstliche Bauten usw.). Siehe ebenda.

annäherungsweise möglich<sup>1</sup>. Funktionsorientierte Substituierbarkeit bedeutet, dass eine Ressource in ihren verschiedenen Funktionen durch ein oder mehrere Substitute ersetzt werden können. Dabei erschwert v.a. die Multifunktionalität vieler Umweltgüter ihre Austauschbarkeit<sup>2</sup>, außerdem können unzureichende technische Möglichkeiten oder ein enormer Kostenaufwand beschränkend wirken<sup>3</sup>. Nutzenorientierte Substitution liegt dann vor, wenn künstlichen Gütern derselbe Nutzen beigemessen wird wie natürlichen Gütern. Hier stellt die Übereinstimmung der subjektiven Nutzeneinschätzungen das Kriterium für die Substituierbarkeit dar<sup>4</sup>.

Die Vertreter der Weak Sustainability räumen dem Naturkapital denselben Stellenwert ein wie anderen Kapitalformen. Aufgrund dieser gleichen Gewichtung wird eine weitgehende Substitution zwischen den einzelnen Kapitalformen prinzipiell für möglich erachtet, d.h. eine Verringerung des Naturkapitals kann durch einen Zugewinn von z.B. menschen-geschaffinem Kapital ersetzt werden. LÖBBE bezeichnet diese Forderung als illusionär, da jedes künstliche Produkt in irgendeiner Weise auf natürliche Vor- und Nachleistungen (Rohstoffverbrauch, Reststoffanfall) angewiesen ist<sup>5</sup>. Daher wird betont, dass dieser Ersetzbarkeit auch Grenzen gezogen sind und eine kritische Masse an Naturkapital gesichert werden muss, um das Gesamtsystem erhalten zu können<sup>6</sup>. In diesem Zusammenhang kann zwischen substituierbaren und komplementären Ressourcen unterschieden werden, wobei letztere solche sind, die nicht durch künstliches Kapital ersetzt werden können<sup>7</sup>.

Der technische Fortschritt nimmt im Konzept der Weak Sustainability einen großen Stellenwert ein, da davon

ausgegangen wird, dass zukünftige hochentwickelte Technologien sich erschöpfende, natürliche Ressourcen ersetzen werden können. Nach dieser Auffassung kann der Abbau einer Naturressource dadurch kompensiert werden, indem die Produktivität eines Produktionsprozesses, in welchem diese Ressource benötigt wird, stärker steigt<sup>8</sup>. Weiters erachten die Vertreter der schwachen Nachhaltigkeit ein wirtschaftliches Wachstum für notwendig, um die globalen Verteilungsprobleme bewältigen zu können<sup>9</sup>.

Zusammenfassend sei festgehalten, dass im Konzept der Weak Sustainability eine Substitution des natürlichen Kapitals durch künstliches Kapital weitgehend für möglich erachtet wird. Anders ausgedrückt: Nachhaltige Entwicklung besteht hier nicht in der Konstanterhaltung des natürlichen Kapitalstocks, sondern in der Erhaltung eines konstanten gesamtgesellschaftlichen Produktivvermögens, sodass langfristig der Vermögensbestand aufrechterhalten werden kann und der Pro-Kopf-Konsum sichergestellt ist<sup>10</sup>. Demgemäß darf Natur intensiv genutzt und verbraucht werden, wenn gleichzeitig entsprechend künstliche Nutzenpotentiale bereitgestellt werden. Der Hauptkritikpunkt dieses Konzeptes ist wohl darin zu sehen, dass in Abhängigkeit subjektiver Präferenzen letztlich alles für substituierbar erklärt werden kann<sup>11</sup>.

Im Konzept der Strong Sustainability wird die Substituierbarkeit von natürlichem durch künstliches Kapital hingegen als äußerst begrenzt aufgefasst, die Natur wird als unverzichtbarer Input und als Grundlage der menschlichen Wirtschaft anerkannt<sup>12</sup>. Dieser Standpunkt fordert letztlich den Verzicht auf die Nutzung erschöpfbarer Re-

<sup>3</sup> Die Substitution der klimastabilisierenden Funktion des Waldes erscheint ausgeschlossen. Siehe ebenda. Löbbe unterscheidet bei der funktionsorientierten Substituierbarkeit weiters zwischen dem Ersatz von ökonomischen Funktionen und dem Ersatz von Umweltfunktionen natürlicher Ressourcen. Siehe Löbbe, K.: Substituierbarkeit versus Komplementarität von Umweltgütern. In: Pfister, G. und Renn, O. (Hrsg.): Indikatoren einer regionalen nachhaltigen Entwicklung. Dokumentation der Workshop-Berichte. Stuttgart 1996. S.140.

<sup>4</sup> Siehe ebenda, S.48. Löbbe verweist darauf, dass sich Nutzeneinschätzungen im Zeitverlauf ändern und umso schwieriger werden, je weiter der Zeithorizont ausgedehnt wird. Siehe Löbbe, K.: Substituierbarkeit versus Komplementarität von Umweltgütern ... S.141.

<sup>5</sup> Siehe ebenda.

<sup>6</sup> Siehe Da Silva Matos, I. und Hofmann, M.: Wasser und Nachhaltigkeit ... S.233f.

<sup>7</sup> Siehe Löbbe, K.: Substituierbarkeit versus Komplementarität von Umweltgütern ... S.140.

<sup>8</sup> Siehe SUSTAIN: Forschungs- und Entwicklungsbeford für den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich. Endbericht zum interdisziplinären Forschungsprojekt. Graz 1994. S.94.

<sup>9</sup> Siehe Da Silva Matos, I. und Hofmann, M.: Wasser und Nachhaltigkeit ... S.234.

<sup>10</sup> Siehe ebenda, S.233.

<sup>11</sup> Siehe Knaus, A. und Renn, O.: Den Gipfel vor Augen. Unterwegs in eine nachhaltige Zukunft ... S.48f.

<sup>12</sup> Siehe Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages (Hrsg.): Institutionelle Reformen für eine Politik der Nachhaltigkeit. Berlin Heidelberg 1998. S.21.

ssourcen, wenn angenommen werden muss, dass erstens weitgehende Komplementarität von natürlichem und künstlichem Kapital vorliegt, d.h. diese Kapitalformen einander nicht ersetzen können, und zweitens der technische Fortschritt bei der Nutzung des natürlichen Kapitals vernachlässigbar gering ist bzw. sein wird<sup>1</sup>. Wirtschaftliches Wachstum wird nur insofern positiv beurteilt, als es nicht zu Lasten des Natur- und Gesellschaftssystems erfolgt.

Der Stellenwert der Natur ist in diesem Konzept ein viel höherer als in der oben beschriebenen Weak Sustainability. Denn sie wird hier nicht bloß einem Speicher mit verfügbaren Ressourcen gleichgestellt, dessen sich der Mensch jederzeit bedienen kann, sondern als unersetzbarer Wert für sich. Es wird verlangt, dass der natürliche Kapitalstock in seiner Zusammensetzung, d.h. bezüglich seiner einzelnen Elemente (Biodiversität, Landschaften, Klima- und Bodenfaktoren, usw.) möglichst konstant gehalten werden soll. Strong Sustainability stellt daher die zeitliche Konstanz des natürlichen Kapitals in den Mittelpunkt: Menschliches „Überleben ist dann möglich, wenn sichergestellt wird, dass über alle Zeiten ein Mindestbestand an natürlichen Ressourcen gewährleistet bleibt“<sup>2</sup>.

Diese Forderungen des Strong Sustainability-Ansatzes basieren auf folgenden Grundannahmen<sup>3</sup>:

- *Unwissenheit: Die Tatsache, dass der Mensch nicht alle Zusammenhänge in ökologischen Systemen und deren zukünftiges Verhalten kennt, verlangt nach Vorsicht im Handeln, um nicht aus Unwissenheit unvorhersehbare negative Folgen auszulösen.*
- *Irreversibilität: Ausgestorbene Tier- und Pflanzenarten sind für immer unwiederbringlich verloren. Mit dem Artensterben werden aber zukünftigen Generationen Möglich-*

*keiten der Gestaltung ihrer Lebenszusammenhänge genommen. Im Gegensatz zum natürlichen Kapital ist menschen-geschaffenes Kapital wiederherstellbar.*

- *Lebensgrundlage: Der konstante Bestand an natürlichem Kapital ist überlebenswichtig für das Ökosystem Erde und stellt die Lebensgrundlage für den Menschen dar.*
- *Verlustaversion: Ökonomische und psychologische Grundlagen belegen den Widerwillen des Menschen, Natur zu verlieren. Man gesteht der Natur das Recht auf Existenz zu.*

Die Konzeption eines Leitplanken-Ansatzes in dieser Arbeit basiert auf einem umfassenden Naturverständnis, wie es dem Konzept der Strong Sustainability zugrunde liegt. Nur dieses ist auch mit der entworfenen Ethik für eine nachhaltige Entwicklung (Kapitel 2.3) vereinbar.

### 3.2 Phase 2: Bewahrung der Ecosystem Sustainability

Nach der inhaltlichen Bestimmung des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung als übergeordneten Rahmen für die Definition ökologischer Leitplanken, werden in der zweiten Stufe des Transformationsmodells die ökologischen Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung genauer betrachtet. Dabei werden wesentliche Lebens- und Funktionsprinzipien analysiert, die durch ihr Zusammenspiel ein dauerhaftes Bestehen und Weiterentwickeln des Natursystems ermöglicht haben und ermöglichen. Die englische Bezeichnung Ecosystem Sustainability wird bewusst nicht ins Deutsche übersetzt (etwa mit „ökologische Nachhaltigkeit“), um die zentrale Bedeutungskom-

<sup>1</sup> Siehe Löbbecke, K.: Substituierbarkeit versus Komplementarität von Umweltgütern ... S.141.

<sup>2</sup> Siehe Da Silva Matos, I. und Hofmann, M.: Wasser und Nachhaltigkeit ... S.234.

<sup>3</sup> Siehe ebenda, S.235.

ponente der Befähigung (ability) zu einer beständig-dauerhaften Ökosystementwicklung nicht zu verlieren. Die Bedeutung der Ecosystem Sustainability liegt hinsichtlich des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung in der Bereitstellung und Gewährleistung eines dauerhaften, entwicklungs- und funktionsfähigen Natur-Netzwerkes, in das der Mensch und sein Wirtschaftssystem eingewoben sind<sup>1</sup>.

Jede Bewertung von in die Zukunft reichenden Entscheidungen und Handlungen des Menschen erfordert einen Rahmen, in den sie eingepasst werden müssen. Im Konzept der Nachhaltigen Entwicklung kann als Bewertungsrahmen nur die Erhaltung der Lebensfähigkeit herangezogen werden. Die Orientierung des menschlichen Handelns an ökologischen Lebens- und Funktionsprinzipien, also jenen „Strategien der Biosphäre“, die ihr eine über Millionen von Jahren währende Entwicklung gesichert haben, ist eine Orientierung am Bewährten und am Erprobten. Sie ist keinesfalls in einem konservativen Sinne eines „Zurück zur Natur“ (Rousseau) zu verstehen, sondern im Sinne eines längst fälligen Schrittes in Richtung dauerhafte Sicherung eines überlebensfähigen dynamischen Gleichgewichtes zwischen Biosphäre und Anthroposphäre<sup>2</sup>.

### 3.2.1 Eigenschaften natürlicher Systeme

Nach der am häufigsten gebrauchten Definition bezeichnet „Ökologie“ die „Wissenschaft von den Wechselbeziehungen eines Organismus (oder einer Organismengruppe) zu seiner umgebenden Außenwelt“<sup>3</sup>, eine neuere Definition bezeichnet sie als die „Lehre von Struktur und Funktion der Natur“<sup>4</sup>. Der Begriff Ökologie beinhaltet zum einen das „Wirkgefüge zwischen Organismen und ihrer Umgebung“<sup>5</sup> und zum anderen aber auch die Ökonomie, den „Haushalt der Natur“<sup>6</sup>. Hauptaufgabe der Ökologie ist es, in der Fülle der Umwelterscheinungen und ihrer Komplexität allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten zu finden und deren Gültigkeit wiederum an der Komplexität der Wirklichkeit zu überprüfen<sup>7</sup>. Dabei soll die Zweckbeurteilung (nicht die Zweckerklärung) eine notwendige Ergänzung zur Kausalforschung, die die Ursachen von Vorgängen untersucht, darstellen<sup>8</sup>.

Der Begriff „Natursystem“ (auch „Ökosystem“, „natürliches System“) wird hier für all jene Systeme verwendet, in denen naturgegebene Prozesse die Hauptrolle spielen. Mit ihm wird eine Abgrenzung zu den Begriffen „Humanensystem“ oder „sozio-ökonomisches System“ vorgenommen, die vom Menschen dominierte bzw. geschaffene Systeme bezeichnen, wie etwa soziale, politische, wirtschaftliche und technische Systeme<sup>9</sup>. Diese Einteilung ist vergleichbar mit jener von HABER<sup>10</sup>, der zwischen

<sup>1</sup> Nach IMMLER stellt die Natur an sich den zentralen Produktionsfaktor im Wirtschaftsprozess dar. So können etwa Herstellungsprozesse von Produkten verstanden werden als das permanente Eingreifen in naturale Ökosysteme und deren Umwandlung. Siehe Immel, H.: Natur als Produktionsfaktor und als Produkt. Gedanken zu einer physisch begründeten Ökonomie. In: Dürr, H.P. und Gottwald, F.-T. (Hrsg.): Umweltverträgliches Wirtschaften: Denkanstöße und Strategien für eine ökologisch nachhaltige Zukunftsgestaltung. Münster 1995, S.107.

<sup>2</sup> Siehe Vester, F.: Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter. München 1984, S.47ff.

<sup>3</sup> Siehe Odum, E.P.: Ökologie. Grundlagen, Standorte, Anwendung. 3. Aufl., Stuttgart New York 1999, S.1.

<sup>4</sup> Siehe ebenda.

<sup>5</sup> Siehe Tischler, W.: Einführung in die Ökologie. 2. Aufl., Stuttgart New York 1979, S.8.

<sup>6</sup> Siehe ebenda.

<sup>7</sup> Siehe Haber, W.: Ökologische Grundlagen des Umweltschutzes. Bonn 1993, S.4.

<sup>8</sup> Siehe Tischler, W.: Einführung in die Ökologie ... S.8.

<sup>9</sup> Diese Einteilung wurde von übernommen aus: Bossel, H.: Ecosystem and Society: Orientation for Sustainable Development. In: Müller, F. und Leupelt, M. (Eds.): Eco Targets, Goal Functions and Orientors. Berlin Heidelberg 1998, S.367.

<sup>10</sup> Siehe Haber, W.: Ökologische Grundlagen des Umweltschutzes. Economica Verl., Bonn 1993, S.72f.

<b>A. Biologisch geprägte Ökosysteme</b>  <i>Grenze zwischen naturbetonten und anthropogenen Ökosystemen</i>	<p>Überwiegend aus natürlichen Bestandteilen zusammengesetzte und durch biologische Vorgänge gekennzeichnete Ökosysteme</p> <p><b>1. Natürliche Ökosysteme</b>  <i>Vom Menschen nicht oder kaum beeinflusst, selbstregelfähig</i>  <i>Beispiel: Tropischer Regenwald</i></p> <p><b>2. Naturnahe Ökosysteme</b>  <i>Vom Menschen zwar beeinflusst, aber Typ 1 ähnlich; ändern sich bei Aufhören des Einflusses kaum; selbstregelfähig;</i>  <i>Beispiele: viele mitteleuropäische Laubwälder, Hochmoore;</i></p> <p><b>3. Halbnatürliche Ökosysteme</b>  <i>Durch menschliche Nutzungen aus Typ 1 oder 2 hervorgegangen, aber nicht bewusst geschaffen; ändern sich bei Aufhören der Nutzung; begrenzt selbstregelfähig, Pflege erforderlich;</i>  <i>Beispiele: Heiden, Trockenrasen, Streuwiesen, Niederwälder;</i></p> <p><b>4. Agrar- und Forst-Ökosysteme</b>  <i>(„Nutz-Ökosysteme“ aus Nutzpflanzen und –tieren). Vom Menschen bewusst für Erzeugung biologischer Nahrungs- und Rohstoffe geschaffen und völlig von ihm abhängig.</i>  <i>Selbstregelung unerwünscht; Funktionen werden von außen gesteuert.</i>  <i>Beispiele: Felder, Forste, Weinberge</i></p>
<b>B. Technisch geprägte Ökosysteme</b>	<p><b>5. „Techno-Ökosysteme“, vom Menschen bewusst für kulturell-zivilisatorisch-technische Aktivitäten geschaffen. Nicht selbstregelfähig, sondern völlig von Außensteuerung (mit hoher Energie- und Stoffzufuhr) und von umgebenden und sie durchdringenden biologisch geprägten Ökosystemen (Typ A) abhängig.</b></p> <p>Gekennzeichnet durch:  <i>Bautechnische, Gebrauchs- und Verbrauchsobjekte</i>  <i>Gewinnungs-, Herstellungs- und Verwendungsprozesse</i>  <i>Emissionen</i>  <i>Rauminanspruchnahme</i>  <i>Beispiele: Dörfer, Städte, Industriegebiete</i></p>

TAB. 1: DIE HAUPTÖKOSYSTEM-TYPEN MITTEUROPAS, GEORDNET NACH ZUNEHMENDER MENSCHLICHER BEEINFLUSSUNG UND NUTZUNG<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Siehe ebenda, S.72f. In diesen Hauptökosystem-Typen bleiben Hochgebirge, Gewässer, unbewachsene Ufer- und Küstenbereiche außer Betracht.

naturbetonten und anthropogenen Ökosystemen unterscheidet. Er versteht den Begriff Ökosystem im erweiterten Sinn, da er auch die sich nicht selbst erhaltenen oder regelnden Systeme umfasst. Tabelle 1 enthält eine Übersicht der Haupt-Ökosystemtypen Mitteleuropas, abgestuft nach ihrem jeweiligen Hemerobiegrad<sup>1</sup>.

In den letzten Jahrzehnten hat die anthropogene Nutzung der Ökosysteme bezogen auf die Fläche und Intensität drastisch zugenommen. BRECKLING nennt daher die „Systematisierung der Beziehungen zwischen Ausgangszustand, Eingriffstyp und resultierendem ökologischen Gefüge als eines der aktuellen Themen der Ökosystemforschung“<sup>2</sup>. Die Schwierigkeiten dieser Forschungsrichtung sind vielfältig, an dieser Stelle seien zwei besondere herausgegriffen. Erstens: Ökosysteme sind komplexe Unikate und immer als historische, aus der Vergangenheit gewachsene Produkte zu verstehen, die sich nicht aus einem allgemeingültigen kausalen Schema ableiten lassen. „Verallgemeinerungen, die in der Ökologie durchgeführt werden, sind daher von anderem Charakter als in der Physik. Sie haben Spektren möglicher unterschiedlicher Entwicklungen zum Gegenstand und sind nur begrenzt in der Lage, Prognosen der Art zu liefern, wie sie beispielsweise in den Ingenieurwissenschaften üblich sind“<sup>3</sup>. Zweitens: Ökosystemare Zustandsveränderungen sind nur teilweise durch exogene Einflüsse bestimmt (jahreszeitliche Veränderungen, Einstrahlung, Temperatur und Niederschläge). Die Dynamik von Ökosystemen wird aber wesentlich mitbestimmt durch die Systemelemente und deren Wechselbeziehungen in einer rückgekoppelten, sich selbst organisierenden und regelnden Systemstruktur<sup>4</sup>.

Die der Ökosystemforschung adäquate, die Zusammenhänge und Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Systemteilen betonende Systemschau konzentriert sich weniger auf die Grundbausteine (wodurch sie sich vom analytischen Ansatz abgrenzt) als vielmehr auf die Grundprinzipien der Organisation des Ganzen<sup>5</sup>. Alle natürlichen Systeme sind Ganzheiten, deren spezifische Strukturen sich aus den wechselseitigen Beziehungen und Abhängigkeiten ihrer Teile ergeben. Wenn ein System in isolierte Teile zerlegt wird, werden seine Eigenschaften zerstört. Das Ganze ist daher immer mehr als die bloße Summe der Teile<sup>6</sup>. Die Systemsicht wird beibehalten bei der nachfolgenden Darstellung von fünf zentralen Charakteristika von Natursystemen, nämlich Komplexität, Offenheit, Hierarchien und Vernetzung, Selbstorganisation sowie Autopoiese.

### 3.2.1.1 Komplexität und Diversität

Komplexität ist ein für alle Lebenserscheinungen typisches Phänomen und eine grundlegende Eigenschaft für den Bauplan aller lebenden Systeme. Ein komplexes System besitzt eine hohe Zahl von Systemelementen, viele Interaktionen zwischen diesen Elementen, eine hohe mittlere Stärke der Interaktionen oder eine Kombination aus diesen drei Faktoren<sup>7</sup>. Als Maß der Komplexität gilt dabei in Anlehnung an ASHBY die Varietät, verstanden als die Gesamtheit der unterscheidbaren Zustände, die ein System einnehmen kann<sup>8</sup>.

<sup>1</sup> Der Hemerobiegrad bezeichnet den Grad der menschlichen Beeinflussung und Nutzung. Siehe ebenda, S.72.

<sup>2</sup> Siehe Breckling, B.: Der Begriff Nachhaltigkeit aus der Sicht der ökologischen Theorie. In: BMWV (Hrsg.): Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaft. Wien 1998. S.84.

<sup>3</sup> Siehe ebenda, S.75.

<sup>4</sup> Siehe Bossel, H.: Umweltwissen. Daten, Fakten, Zusammenhänge. 2. Aufl., Berlin Heidelberg 1994, S.69.

<sup>5</sup> Siehe Capra, F.: Lebensnetz. Ein neues Verständnis unserer Welt. Berlin München Wien 1996, S.42f.

<sup>6</sup> Siehe Capra, F.: Systemdenken in der Naturwissenschaft als Grundlage ökologischer Ethik. Klagenfurter Beiträge zur Technikdiskussion, Heft 48, S.11.

<sup>7</sup> Siehe Begon, M., Harper, J.L. und C.R. Townsend: Ökologie. Individuen, Populationen und Lebensgemeinschaften. Basel Boston Berlin 1991, S.883.

<sup>8</sup> Siehe Kanatschnig, D.: Vorsorgeorientiertes Umweltmanagement ... S.132.

In den Biowissenschaften wird jedoch anstelle von Komplexität meist der Begriff „Diversität“<sup>1</sup> verwendet, wobei entsprechend der hierarchischen Struktur biologischer Systeme zwischen genetischer Diversität, Arten-Diversität<sup>2</sup> und Ökosystem-Diversität unterschieden wird<sup>3</sup>. Im allgemeinen bedeutet Diversität die innere Vielfalt oder Mannigfaltigkeit eines Ökosystems an Strukturen und Elementen. Dabei sind die Elemente jene Teile des Systems, die in Wechselbeziehung zueinander stehen und zusammen mit messbaren Funktionen und beobachtbaren Strukturen ein Ganzes bilden. Unter Struktur ist nicht nur die Art der räumlichen Anordnung der Elemente des Ökosystems zu verstehen, sondern auch deren funktionale Verknüpfung einschließlich aller bestehenden materiellen Kopplungen. Die Struktur ist daher (z.B. in einem Pflanzenbestand) ein „physiognomischer Ausdruck der Funktionen eines kompletten Wirkungsgefüges mit Systemcharakter“<sup>4</sup>. Sie bildet, bezogen auf die räumliche Organisation, eine statische, wenn auch nicht unveränderbare Komponente des Systems, wohingegen die ablaufenden Prozesse als Funktionen die dynamische Komponente darstellen<sup>5</sup>.

Komplexe Systeme, also auch Natursysteme, weisen fünf Merkmale auf, nämlich Vernetztheit, Eigendynamik, Unüberschaubarkeit, teilweiser Intransparenz und probabilistisches Verhalten. Vernetztheit bedeutet, dass die Systemvariablen in Ketten, Wirkungsnetzen oder Regelkreisen miteinander verbunden sind und in wechselseitiger Beziehung stehen. Jede Variable vermag daher eine Vielzahl anderer Variablen zu beeinflussen und wird ebenso selbst von vielen anderen beeinflusst. Infolge ihrer Eigendynamik vermag sich das System selbständig

ohne Zutun von außen weiterzuentwickeln. Diese Eigenschaft zwingt einem Akteur unter Umständen zeitlichen Handlungsdruck auf, da sich das System (z.B. bei positiven Rückkopplungen) ohne Eingriffe (dramatisch) entwickeln kann. Die Unüberschaubarkeit bezieht sich auf die große Zahl der ihren Zustand bestimmenden Variablen (Informationen und Daten), die ein Erfassen all dieser Größen unmöglich macht. Hingegen bedeutet die Eigenschaft der Intransparenz einen Mangel an Informationen, d.h. viele Eigenschaften eines Systemzustands sind kaum oder nicht sichtbar und können daher auch nicht als Entscheidungsgrundlage dienen. Schließlich verhalten sich komplexe Systeme probabilistisch. Funktionen und Gesetzmäßigkeiten gelten nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit, ein Umstand, der Prognosen zur Systementwicklung mit erheblichen Unsicherheiten behaftet<sup>6</sup>.

Diese fünf Merkmale der Komplexität sind die Ursache dafür, dass ein Eingriff, der auf einen Systemteil zielt, immer auch auf viele andere Teile wirkt. Ursache-Wirkungsketten sind in komplexen Systemen meist nicht klar ersichtlich, sodass die Beeinflussung einer Variablen nicht isoliert bleibt, sondern zu Neben-, Fernwirkungen und letztlich auch wieder zu Rückwirkungen führt<sup>7</sup>. Bei anthropogenen Gestaltungseingriffen in komplexen Systemen ist daher immer das Bewusstsein der Komplexität einzubeziehen (z.B. durch das Kriterium möglichst geringer Eingriffstiefe).

<sup>1</sup> lat. *diversitas* = Verschiedenheit, Unterschied;

<sup>2</sup> In der Artendiversität können zwei Hauptkomponenten unterschieden werden, nämlich der Artenreichtum (richness), d.h. die Gesamtheit der Arten, meist ausgedrückt in Arten je Gebietseinheit, sowie die Gleichheit oder Gleichmäßigkeit (evenness), die die Verteilung der Individuen unter den Arten betrifft. Siehe Odum, E.P.: Ökologie. Grundlagen, Standorte, Anwendung. 3. Aufl., Stuttgart New York 1999, S.176.

<sup>3</sup> Siehe Bundesministerium für Wissenschaft, Verkehr und Kunst: Biodiversitätsforschung in Österreich. Wien 1996, S.gff.

<sup>4</sup> Siehe Kuttler, W. (Hrsg.): Handbuch zur Ökologie. Berlin 1993, S.99.

<sup>5</sup> Siehe ebenda.

<sup>6</sup> Siehe Reither, F.: Schwierigkeiten beim Umgang mit wirtschaftlich-ökologischen Systemen. In: Balck, H. und Kreibich, R. (Hrsg.): Evolutionäre Wege in die Zukunft. Wie lassen sich komplexe Systeme managen? Zukunftsstudien, Band 4, Weinheim, Basel, Beltz 1991, S.129ff.

<sup>7</sup> Siehe Dörner, D.: Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. Reinbek 1998, S.61.

### 3.2.1.2 Offenheit

Lebende Systeme sind offen, d.h. sie stehen mit ihrem Umfeld (mit ihren umgebenden Systemen) in einem Materie-, Energie- und Informationsaustausch und sind dadurch in der Lage, zu wachsen, sich auszudifferenzieren, weiterzuentwickeln und einen höheren Grad an Komplexität zu erreichen. Sie können ein Fließgleichgewicht mit ihrem Umfeld herstellen und – trotz wechselnder Elemente – ihre Identität aufrechterhalten<sup>1</sup>. Dem Prinzip der Offenheit maß insbesondere der Biologe und Naturphilosoph Adolf MEYER-ABICH eine hohe Bedeutung bei, der bereits 1934 die Lebewesen als geschichtliche Wesen aufgrund ihrer Umweltoffenheit von den Anorganismen als umweltgeschlossene Systeme unterschied<sup>2</sup>.

Offenheit gegenüber dem Umfeld spielt in allen Bereichen der Existenzhaltung der Organismen eine entscheidende Rolle, sei es für das Auffinden von Energiequellen (Nahrungserwerb), zum Schutz vor Feinden (Erkennen, Flucht, Tarnung, Abwehr), bei der Interaktion mit Artgenossen (Fortpflanzung, soziales Verhalten) oder für die räumliche Orientierung im Biotop. Unter diesem Aspekt hat eine Mehrzahl der Evolutionstheoretiker das Ziel der stammesgeschichtlichen Entwicklung darin gesehen, die Effektivität der Interaktion des Organismus mit seinem Umfeld, also seine Umweltoffenheit, auf allen

Gebieten zu steigern, um damit unmittelbar erhöhte Überlebenschancen des Individuums/der Art zu erwirken<sup>3</sup>.

Offenheit, vor allem der Biosysteme, ist durch folgende Faktoren charakterisiert:<sup>4</sup>

1. **Zeitlichkeit:** *Offene Systeme sind solche, in denen sich zeitliche Veränderungsprozesse abspielen.*
2. **wachsende Möglichkeiten:** *Das durch ihre Zeitlichkeit bedingte Phänomen der wachsenden Möglichkeiten ist ein konstitutives Element der Offenheit und bei selbstorganisierenden molekularen Systemen deutlich erkennbar.*
3. **asymmetrisches Verhältnis von Kontinuität und Diskontinuität:** *Für Biosysteme ist ein stark asymmetrisches Verhältnis von Kontinuität zur Diskontinuität charakteristisch: Man kann mit  $10^7$  Vermehrungs(Stabilitäts)-Prozessen zu 1 Variabilitäts(Mutations)-Ereignis rechnen. Erst das Durchhalten seiner spezifischen Identität über lange Zeit erweist das Lebewesen in seiner Ganzheit. Die hohe Stör-Anfälligkeit der offenen Systeme verlangt (im Vergleich zu partiell abgeschlossenen Systemen wie Mineralien) ein hohes Maß an Sicherheit/Überschaubarkeit. Ein geringer Überschuss-Anteil an Offenheit kann noch ausgeregelt werden, ein großer führt zum Zusammenbruch.*
4. **periodischer Wechsel von Offenheits- und Geschlossenheits-Phasen:** *Der partielle Offenheits-Charakter ist lebenswichtig. Biosysteme sind dem periodischen Wechsel von Offenheits- und Geschlossenheits-Phasen (Schlaf) unterworfen. Letztere sind von grundlegender Bedeutung für die Ermöglichung und Entfaltung neuer Offenheiten.*

Die Erhaltung der inneren Ordnung eines offenen, lebenden Systems kann nur durch eine Erhöhung der äußeren Entropie, d.h. Unordnung in der Umwelt des Systems, kompensiert werden<sup>5</sup>. Die Erklärung für diesen Vorgang erbringt die allgemeine Erweiterung des zweiten Hauptatzes der Thermodynamik für offene Systeme, die die Entropieänderung in einem vorgegebenen Zeitintervall in zwei Komponenten aufspaltet. Dies ist einerseits die Entropieproduktion infolge irreversibler Prozesse inner-

<sup>1</sup> Siehe Kanatschnig, D.: Vorsorgeorientiertes Umweltmanagement ... S.139. Siehe weiters Schwaninger, M.: Systemtheorie. Eine Einführung für Führungskräfte, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler. 2. Aufl., Diskussionsbeiträge Nr. 19 der Universität St. Gallen, Institut für Betriebswirtschaftslehre, S.14.

<sup>2</sup> Siehe Heege, R. und Wehrt, H. (Hrsg.): Ökologie und Humanökologie: Beiträge zu einem ganzheitlichen Verstehen unserer geschichtlichen Lebenswelt. Frankfurt am Main 1991, S.19.

<sup>3</sup> Siehe Roth, G.: Selbstorganisation – Selbsterhaltung – Selbstreferentialität: Prinzipien der Organisation der Lebewesen und ihre Folgen für die Beziehung zwischen Organismus und Umwelt. In Dress, A., Hendrichs, H. und G. Küppers (Hrsg.): Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft. München, Zürich 1986, S.150.

<sup>4</sup> Siehe Heege, R. und Wehrt, H. (Hrsg.): Ökologie und Humanökologie: Beiträge zu einem ganzheitlichen Verstehen unserer geschichtlichen Lebenswelt ... S.18.

<sup>5</sup> Siehe Kanatschnig, D.: Vorsorgeorientiertes Umweltmanagement ... S.138.

halb des Systems, die nur positiv oder Null, aber niemals negativ sein kann. Andererseits kommt es zu einem Entropiefluss infolge Austausches mit der Umgebung, der positiv oder negativ sein kann. Diese beiden Komponenten ergeben eine Gesamtentropie, die unter Umständen abnehmen kann oder es wird ein stationärer, geordneter Zustand aufrechterhalten (Gleichgewichtszustand). Dauerhaft lässt sich eine offene Ordnung aber nur dann erhalten, wenn ein Austausch mit der Umgebung stattfindet und sich das System ständig selbst erneuern kann<sup>1</sup>. In physikalischer Hinsicht bedeutet Leben daher „Erhaltung negativer Entropie (Negentropie)“ oder mit SCHRÖDINGER „Entstehung und Erhaltung von Ordnung aus Unordnung“<sup>2</sup>.

### 3.2.1.3 Hierarchie und Vernetzung

Die Hierarchie-Theorie ist ein Zweig der organischen Systemtheorie, der in den letzten Jahren verstärkt Eingang in die Ökologie gefunden hat. Sie behandelt die strukturelle Unterscheidung zwischen Systemen und Subsystemen, die in Wechselbeziehung stehen, interagieren, Materie, Energie und Information austauschen oder sich ähnlich sind. Dabei sind die Beobachtungsebenen (meist als raum-zeitliche Abgrenzungen), auf denen die betrachteten Systeme und Subsysteme liegen, von zentraler Bedeutung. Im Idealfall werden drei Ebenen betrachtet: die Fokalebene, auf der das System angesiedelt ist, die

höhere Ebene, mit der es in Kontext steht und die ihm Beschränkungen (constraints) auferlegt sowie die niedrigere Ebene, die von der Fokalebene bestimmt wird, aber auch ihre eigene Spontaneität besitzt<sup>3</sup>.

Gegenüber der Auffassung, dass Ökosysteme hierarchisch aufgebaut sind, äußert sich CAPRA kritisch. Er sieht im hierarchischen Schema, in dem die größeren Systeme pyramidenartig über den kleineren angeordnet sind, eine „menschliche Projektion“ und verweist darauf, dass es in der Natur kein „oben“ oder „unten“ und auch keine Hierarchien gibt, sondern nur Netzwerke, die nach dem Prinzip der Verschachtelung wiederum in anderen Netzwerken nisten. Ökosysteme oder die Natur des Lebens zu verstehen, bedeute daher letztlich, Netzwerke zu verstehen<sup>4</sup>. Dies entspricht auch der Auffassung von VESTER, der Hierarchien in organischen Systemen (im Unterschied zu Weisungshierarchien) als Feedback-Hierarchien bezeichnet, in denen die Kommunikation in beide Richtungen verläuft<sup>5</sup>.

ODUM hingegen spricht von Organisationsstufen, die jeweils mit ihrem Umfeld ein charakteristisches Funktionssystem entwickeln und spezifische, allgemeingültige Besonderheiten besitzen<sup>6</sup>. Als Beispiel für Organisationsstufen kann folgende Reihe angeführt werden: genetisches System – zelluläres System – Organsystem – organismisches System – Populationssystem – Ökosystem. Wie auch die „Hierarchien“ und „Netzwerke“, sind die Organisationsstufen miteinander verflochten, hängen voneinander ab und bilden eine Ganzheit. Beim Zusammentreten einzelner Organisationsstufen (Untereinheiten) entstehen neue Eigenschaften, die in der vorhergehenden

<sup>1</sup> Siehe Jantsch, E.: Die Selbstorganisation des Universums. Vom Urknall zum menschlichen Geist. München Wien 1992, S.58f.

<sup>2</sup> Siehe Tischler, W.: Einführung in die Ökologie. 2. Aufl., Stuttgart New York 1979, S.13.

<sup>3</sup> Siehe Wieglob, G.: Konzepte der Hierarchie-Theorie in der Ökologie. In: Mathes, K., Breckling, B. und K. Ekschmitt (Hrsg.): Systemtheorie in der Ökologie. Landsberg 1996, S.9.

<sup>4</sup> Siehe Capra, F.: Lebensnetz. Ein neues Verständnis unserer Welt. Berlin München Wien 1996, S.49f.

<sup>5</sup> Siehe Vester, F.: Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter. München 1984, S.231.

<sup>6</sup> Siehe Odum, E.P.: Ökologie. Grundlagen, Standorte, Anwendung. 3. Aufl., Stuttgart New York 1999, S.2f.

Stufe nicht vorhanden waren. Die neu entstandenen, sogenannten emergenten Eigenschaften können nicht durch Untersuchungen der einzelnen Komponenten der vorhergehenden Stufe vorausgesagt werden. Dieses Phänomen wird als Prinzip der funktionellen Integration bezeichnet und beschreibt das mit dem Übergang von einer einfacheren zu einer komplexeren Integrationsebene verknüpfte Auftreten von zusätzlichen Eigenschaften<sup>1</sup>.

Trotz der angedeuteten begrifflichen Vielfalt sollen zwei unterschiedliche Ordnungstypen beschrieben werden, die in biologischen Systemen zu beobachten sind, nämlich die organismische und die ökologische Ordnung.

Die organismische Ordnung ist folgendermaßen charakterisiert:<sup>2</sup>

1. *Die Komponenten sind durch gemeinsame Abstammung zunächst gleich, werden aber zu spezifischen Funktions-teilen, die als selbständige Einzelwesen nicht mehr lebensfähig sind (Differenzierung aus inneren Anlagen, z.B. der Zellen in Vielzeller, der Einzelindividuen im Tier-stock, der Kasten im Insektenstaat).*
2. *Die Teile sind an das Gesamtsystem gebunden.*
3. *Die Funktion des Ganzen entsteht durch Koordination der Teile. Alle Vorgänge dienen der Erhaltung des Gesamt-systems.*
4. *Qualitative Regulationsfähigkeit innerhalb des Systems ist möglich, d.h. verlorengegangene Teile können ersetzt werden.*
5. *Sich entsprechende Teile verwandter Einheiten sind homolog.*
6. *Die Abgrenzung der Einheit geschieht durch innere Anlagen.*

Die ökologische Ordnung ist grundlegend anders aufgebaut:<sup>3</sup>

1. *Die Zusammensetzung des Systems geschieht aus ferti-gen Teilen (z.B. den Arten bzw. zu einer funktionellen*

*Einheit eng miteinander verbundenen Symbionten). Die Teile behalten ihre Eigencharaktere und können als Einzel-wesen (bzw. Symbiosen) existieren.*

2. *Die lebenden Komponenten des Systems sind nur an ihre Existenzgrundlage, nicht unbedingt an das Ganze gebun-den. Sie sind daher austauschbar und können auch in anderen Systemen vorkommen.*
3. *Die Funktion des Ganzen ist durch Kompensierung der Kräfte möglich, in erster Linie durch Antagonismen. Dieses Prinzip ist nicht als Kampf aller gegen alle zu ver-stehen; vielmehr begünstigt die Selektion ein sich mög-lichst weitgehendes „aus dem Weg gehen“ der verschie-denen Organismen. Auf diese Weise findet jede Art ihr besonderes Wirkungsfeld in einem bestimmten Ordnungssystem.*
4. *Es besteht nur eine quantitative Regulationsfähigkeit der Komponenten des Systems. Ein Ersatz verlorengegan-gener Teile (z.B. Arten) kann nur von außen her erfolgen.*
5. *Sich entsprechende Teile verwandter Systeme sind ana-log, sie besitzen gleiche Lebensformtypen (z.B. tropischer Regenwald in Südamerika, Afrika, Südostasien).*
6. *Die Abgrenzung der Einheit erfolgt durch äußere Bedin-gungen.*

Zwischen diesen beiden dargestellten Ordnungstypen gibt es Übergänge (z.B. ein Sozialsystem aus mehreren Familien). Die Ordnung setzt sich dann aus Elementen organismischer und ökologischer Art zusammen<sup>4</sup>.

### 3.2.1.4 Selbstorganisation

Selbstorganisation ist ein grundlegendes Prinzip aller lebenden Systeme und bedeutet, dass sich aufgrund von Interaktionen der einzelnen Systemkomponenten auf der Ebene des Gesamtsystems spontan neue Struktu-

<sup>1</sup> Siehe ebenda, S.4.

<sup>2</sup> Siehe Tischler, W.: Einführung in die Ökologie. 2. Aufl., Stuttgart New York 1979, S.2.

<sup>3</sup> Siehe ebenda, S.3.

<sup>4</sup> Siehe ebenda.

ren und neue Verhaltensweisen bilden<sup>1</sup>. Selbstorganisationsprozesse ermöglichen es dem System, seine eigene Struktur zu bewahren und zu entwickeln, indem es andere Strukturen durch Metabolismus zerbricht, damit Unordnung (Entropie) erzeugt und in minderwertige Abfallprodukte umwandelt<sup>2</sup>. Selbstorganisation kann daher als irreversibler Prozess charakterisiert werden, bei dem durch das kooperative Verhalten von Systemkomponenten eine spezifisch geordnete, komplexe Struktur oder Prozessfolge entsteht<sup>3</sup>.

Im allgemeinen können drei Aspekte der Selbstorganisation unterschieden werden: Das Organisationsmuster ist die abstrakte Darstellung der Gesamtheit aller Beziehungen zwischen den Komponenten, die das System charakterisieren. Es verleiht dem System als Ganzem eine individuelle Identität. Der zweite Aspekt ist die Struktur des Systems, die physische Realisierung des Organisationsmusters in Molekülen, Zellen, Organismen usw. Sie ist durch Offenheit bezüglich des Energie- und Materie-Austausches mit der Umgebung gekennzeichnet. Drittens ist der Organisationsprozess bzw. der Prozess der Realisierung des Musters zu nennen. Nach Gregory BATESON<sup>4</sup> ist dies ein geistiger Prozess, d.h. er definiert den Geistesbegriff neu und dehnt ihn aus auf alle lebenden Systeme bis hin zur kleinsten Zelle<sup>5</sup>.

Damit Selbstorganisation stattfinden kann, müssen mehrere Voraussetzungen gegeben sein:

- *Selbstorganisation ist nur in offenen Systemen möglich, die mit der Umgebung in ständigem Energie-, Materie- und Informationsaustausch stehen und fern vom Gleichgewicht operieren. Ein selbstorganisierendes System nimmt energiereiche Materie aus seinem Umfeld auf, inte-*

*griert sie in seine eigene Struktur und erhöht damit seine innere Ordnung<sup>6</sup>.*

- *Die Interaktion der Systemkomponenten muss durch eine nicht-lineare Dynamik der Selbstverstärkung und Selbstregulierung gekennzeichnet sein, die dazu führt, dass bereits marginale Änderungen einer Komponente drastische Veränderungen der Struktur auf der übergeordneten Ebene bewirken. Selbstorganisation kann also nur dann stattfinden, wenn die Systembestandteile nicht-linear verknüpft sind.*
- *Eine dritte Bedingung ist die Dissipation von Energie, weswegen selbstorganisierende Systeme auch als „dissipative Strukturen“ bezeichnet werden. Selbstorganisation ermöglicht die Ausbildung von Strukturen in thermodynamisch offenen Systemen und eine temporär stabile Existenz fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht. Damit sich das System der Anziehung dieses Gleichgewichts widersetzen kann, muss es Energie aus dem Umfeld aufnehmen und Entropie in das Umfeld abgeben<sup>8</sup>.*

Hinsichtlich all dieser Bedingungen kann Selbstorganisation insgesamt definiert werden als „das spontane Auftauchen neuer Strukturen und neuer Verhaltensweisen in offenen Systemen fernab vom Gleichgewicht, die durch innere Rückkopplungsschleifen charakterisiert sind“<sup>9</sup>. Wie wichtig das Prinzip der Selbstorganisation für Bio- oder Ökosysteme ist, zeigt das Beispiel der Morphogenese von Lebewesen. Sie beruht auf Ordnungszuständen, die als Folge von Selbstorganisation auftreten<sup>10</sup>.

1 Siehe Bünstorf, G. und Sartorius, C.: Selbstorganisation als „Missing Link“? In: Ökologisches Wirtschaften 3–4/1998, S.7.

2 Siehe Kanatschnig, D.: Vorsorgeorientiertes Umweltmanagement ... S.124.

3 Siehe Hedrich, R.: Die Entdeckung der Komplexität. 1994.

4 Siehe Bateson, G.: Ökologie des Geistes. Anthropologische, psychologische, biologische und epistemologische Perspektiven. Frankfurt/Main 1985.

5 Siehe Capra, F.: Systemdenken in der Naturwissenschaft als Grundlage ökologischer Ethik. Klagenfurter Beiträge zur Technikdiskussion. Heft 48, wörtliche Vortragsmitschrift vom 11. 6. 1986 in Innsbruck. S.12ff.

6 Siehe Capra, F.: Lebensnetz. Ein neues Verständnis unserer Welt. Berlin München Wien 1996, S.104f.

7 Siehe Bünstorf, G. und Sartorius, C.: Selbstorganisation als „Missing Link“? In: Ökologisches Wirtschaften 3–4/1998, S.7.

8 Siehe ebenda.

9 Siehe Capra, F.: Lebensnetz. Ein neues Verständnis unserer Welt ... S.104f.

10 Siehe Haken, H. und Wunderlin, A.: Synergetik: Prozesse der Selbstorganisation in der belebten und unbelebten Natur. In: Dress, A., Hendrichs, H. und G. Küppers (Hrsg.): Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft. München 1986, S.54.

### 3.2.1.5 Autopoiese

Der Begriff der Autopoiese (wörtlich „selbst machen“, **Selbstproduktion, Selbsterneuerung**) wurde von Maturana und Varela eingeführt und ist ein Lebensprinzip, das dem Phänomen der Selbstorganisation zugrundeliegt<sup>1</sup>. Autopoiese ist die Eigenschaft lebender Systeme, sich ständig selbst zu erneuern und diesen Prozess so zu regeln, dass die Integrität der Struktur gewahrt bleibt<sup>2</sup>. Sie bezeichnet „ein Netzwerk von Produktionsprozessen, in denen jeder Bestandteil die Funktion hat, sich an der Produktion oder Umwandlung anderer Bestandteile im Netzwerk zu beteiligen. Auf diese Weise ist das Gesamtsystem ständig damit befasst, ‘sich selbst zu machen’ bzw. sich selbst zu erzeugen. Es wird durch seine Bestandteile produziert und produziert wiederum diese Bestandteile“<sup>3</sup>. In lebenden Netzwerken sind somit Sein und Tun untrennbar miteinander verbunden, was ihre spezifische Organisationsweise kennzeichnet – oder wie es Capra ausdrückt: „In einem lebenden System ist das Produkt seiner Operation seine eigene Organisation“<sup>4</sup>.

Wesentlich ist, dass ein autopoietisches Netzwerk nicht ein Muster von Beziehungen zwischen statischen Komponenten ist, sondern ein Muster von Beziehungen zwischen Produktionsprozessen von Komponenten. Wenn diese Prozesse aufhören, betrifft dies die gesamte Orga-

nisation. Ein autopoietisches System muss sich also ständig regenerieren, um seine Organisation aufrechtzuhalten. Dadurch wird seine zeitweise Existenz in einer bestimmten Struktur in Prozesse aufgelöst<sup>5</sup>. Ein stärker operational ausgerichteter Ansatz von ROTH untergliedert den Begriff „Autopoiese“ in die beiden Aspekte der Selbsterstellung und der Selbsterhaltung. Diese Gliederung beruht auf der Tatsache, dass es zwar eine Reihe selbsterstellender Systeme gibt, aber nur ein selbsterhaltendes System, nämlich Lebewesen<sup>6</sup>.

Da alle Bestandteile eines autopoietischen Netzwerkes von anderen Bestandteilen im Netzwerk erzeugt werden, stellt das gesamte System eine geschlossene Organisation dar, auch wenn es in Hinblick auf den Energie-, Materie- und Informationsfluss offen ist. Daher ist eine Autonomie lebender Systeme insofern gegeben, als diese ihre Ordnung und ihr Verhalten systemintern selbst bestimmen und nicht vom Umfeld auferlegt bekommen. Daraus ergibt sich eine weitere Eigenschaft autopoiesischer Organisationen, nämlich das Errichten einer Grenze, die die Domäne der Operationen des Netzwerkes bestimmt und die das System als eine Einheit definiert<sup>7</sup>.

Das einfachste autopoietische System stellt die lebende Zelle dar, die sich im Wechselspiel von anabolischen (aufbauenden) und katabolischen (abbauenden) Reaktionsketten ständig erneuert und nicht über längere Zeit hindurch aus den gleichen Molekülen besteht. Jeder Zellbestandteil (Zellmembran, Zytoskelett, Zellkern, Ribosomen, Golgi-Apparat, Lysosomen, Mitochondrien, Chloroplasten) wirkt bei der Produktion oder Umwandlung anderer Komponenten mit. Mit der Zellmembran, die

<sup>1</sup> Siehe Capra, F.: Lebensnetz. Ein neues Verständnis unserer Welt ... S.193.

<sup>2</sup> Siehe Jantsch, E.: Die Selbstorganisation des Universums. Vom Urknall zum menschlichen Geist. München Wien 1992, S.33.

<sup>3</sup> Siehe ebenda, S.119. Immanuel Kant hat Organismen als autopoietische Ganzheiten beschrieben, deren Teile für und durch das Ganze existieren, während das Ganze für und durch die Teile besteht. Siehe Kauffman, S.: Der Öltropfen im Wasser. Chaos, Komplexität, Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft. München Zürich 1996. S.402.

<sup>4</sup> Siehe Capra, F.: Lebensnetz. Ein neues Verständnis unserer Welt ... S.193.

<sup>5</sup> Siehe Jantsch, E.: Die Selbstorganisation des Universums ... S.193.

<sup>6</sup> Siehe Roth, G.: Selbstorganisation – Selbsterhaltung – Selbsterreferentialität: Prinzipien der Organisation der Lebewesen und ihre Folgen für die Beziehung zwischen Organismus und Umwelt. In: Dress, A., Hendrichs, H. und G. Küppers (Hrsg.): Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft. München 1986, S.149ff.

<sup>7</sup> Siehe Jantsch, E.: Die Selbstorganisation des Universums ... S.119 und 192f.

Nährstoffe aufnimmt und Abfälle entsorgt, erzeugt „das autopoietische Netzwerk Zelle“ seine eigene Grenze und definiert sich als ein eigenständiges System<sup>1</sup>.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das Lebensprinzip Autopoiese ein Ausdruck der grundlegenden Komplementarität von Struktur und Funktion darstellt und jene Flexibilität und Formbarkeit aufgrund dynamischer Beziehungen generiert, die Selbstorganisation erst ermöglicht. Doch ist im autopoietischen Prozess nicht vorbestimmt, welche Struktur gebildet wird. Auf jeder Ebene autopoietischer Existenz kommt eine neue Variante makroskopischer Unbestimmtheit hinzu<sup>2</sup>.

### 3.2.2 Natürliche Dynamik

Neben der strukturell-funktionalen Betrachtungsweise von Ökosystemen bedarf es auch einer dynamisch-prozessualen, die das Gesamtverhalten und die aktuelle Entwicklung analysiert. Die Dynamik natürlicher Systeme umfasst einerseits die dynamische Stabilisierung des Systems in seinem Umfeld („Dynamik des Zustands“) und andererseits seine Weiterentwicklung zu immer komplexeren Wirkungszusammenhängen („Dynamik der Entwicklung“).

#### 3.2.2.1 Dynamik des Zustands

Der natürliche Stoffkreislauf in einem ungestörten Ökosystem ist ausgeglichen, indem die Organismen ständig Masse und Energie in Form von Nahrung mit ihrem Umfeld (anderen Systemen) austauschen. Es stellt sich ein sogenanntes dynamisches Gleichgewicht ein<sup>3</sup>. Dieses ist dadurch charakterisiert, dass jede Zunahme einer Zustandsvariablen im System durch eine gleich große Veränderung wieder kompensiert wird und umgekehrt. Auf diese Weise ändert sich das System trotz interner Prozesse nach außen hin nicht<sup>4</sup>. Die Dynamik des ökologischen Gleichgewichts kann definiert werden als ein „innerhalb einer bestimmten Zeitspanne konstanter Zustand des Ausgleichs zwischen den verschiedenen physikalischen, chemischen und biologischen Wechselbeziehungen sowie Energie-, Stoff- und Informationsflüssen in einem Ökosystem oder einer Landschaft“<sup>5</sup>. Es stellt sich ein sogenannter quasi-stationärer Zustand (steady state) ein<sup>6</sup>.

In der Ökologie wird der Begriff des dynamischen Gleichgewichts – sei er auf ein bestimmtes Ökosystem oder die ganze Biosphäre bezogen – meist differenziert angewendet. Das biozönotische Gleichgewicht betrifft den Bestand der Lebensgemeinschaft (Biozönose), die trotz erheblicher zeitabhängiger Schwankungen in ihrem ganzheitlichen Abhängigkeits- und Wirkungsgefüge erhalten bleibt. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass sich

<sup>1</sup> Siehe ebenda, S.191.

<sup>2</sup> Siehe ebenda, S.37f.

<sup>3</sup> Siehe Osche, G.: Ökologie. Grundlagen – Erkenntnisse – Entwicklungen der Umweltforschung. Freiburg im Breisgau 1973, S.84.

<sup>4</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende. Wege zu einem gesellschaftlichen und ökologischen Gleichgewicht. München 1998, S.68.

<sup>5</sup> Siehe Bick, H.: Ökologie. Grundlagen, terrestrische und aquatische Ökosysteme, angewandte Aspekte. Stuttgart New York 1989, S.42.

<sup>6</sup> Ein Beispiel für einen quasi-stationären Zustand sind die trotz der gleichzeitig ablaufenden Prozesse der Photosynthese (Assimilation) und der Atmung (Dissimilation) langfristig weitgehend konstant bleibenden Konzentrationen von Sauerstoff und Kohlendioxid in der Atmosphäre. Siehe Osche, G.: Ökologie. Grundlagen – Erkenntnisse – Entwicklungen der Umweltforschung. Freiburg im Breisgau 1973, S.84.

die abiotischen Umweltfaktoren nicht ändern und keine neuen Arten zuwandern. Hingegen wird der Begriff Fließgleichgewicht meist im Zusammenhang mit stofflichem Import und Export (z.B. von Nährstoffen, Wasser, Sauerstoff, etc.) in das bzw. aus dem System gebraucht. So lassen sich beispielsweise Fließgleichgewichte zwischen dem Aufbau und Abbau organischer Substanz oder – im anthropogen geprägten Ökosystem – zwischen der Dünung eines Feldes und dem Erntegut bestimmen<sup>1</sup>.

Der Gleichgewichtszustand eines natürlichen Systems ist immer wieder natürlich oder anthropogen bedingten Störungen, d.h. Abweichungen von gegebenen Normalwerten der ökologischen Faktoren eines Ökosystems, die zu dauerhaften oder vorübergehenden Veränderungen führen, ausgesetzt. Dabei kann es sich um einzelne Faktoren oder um Faktorenkomplexe handeln. Im kybernetischen Sinn umfassen Störungen alle Einwirkungen, die zu einer Abweichung des Ist-Wertes vom Soll-Wert führen<sup>2</sup>. Die Fähigkeit biologischer Systeme, sich trotz solcherart Störungen in einem Gleichgewichtszustand zu halten, wird als Homöostase bezeichnet<sup>3</sup>. Es handelt sich dabei um eine für das Bewältigen von Umwelteinflüssen bedeutende Eigenschaft, indem das System seine Variablen selbstständig durch kompensierende Vorgänge innerhalb der für das „Überleben“ erforderlichen Grenzen zu halten vermag. Die homöostatische Kontrolle, der zugrunde liegende Mechanismus, beruht auf dem Prinzip der negativen Rückkopplung, und führt Informationen über das Ergebnis einer Umwandlung bzw. einer Aktion im Umfeld auf den Systemeingang zurück, wo eine gegenläufige, kompensierende Wirkung ausgelöst wird. Es handelt sich dabei um Prozesse der Selbstregulation, die

auf die Wiederherstellung des alten funktionellen Zustandes zielen. Die Bedeutung dieses Feedback-Mechanismus liegt nicht nur im Störungsausgleich, sondern auch allgemein in der Funktionsfähigkeit offener Systeme<sup>4</sup>.

In Ökosystemen können Regulationsvorgänge mit drastischen Veränderungen in Teilbereichen, z.B. mit extremen Schwankungen der Arten- und Individuenzahlen, wie sie in Räuber-Beute-Beziehungen bekannt sind, verbunden sein. Das ökologische Gleichgewicht wird daher meist durch eine zyklische Dynamik aufrechterhalten, die darin besteht, dass die Regulationsvorgänge in verschiedenen Teilbereichen zu unterschiedlichen Zeiten beginnen und jeweils auf ein Endstadium ausgerichtet ablaufen. REMMERT spricht von desynchronen Zyklen, die im Ökosystem mosaikartig nebeneinanderliegen<sup>5</sup>. Wird auch dieser Aspekt in der Definition berücksichtigt, so liegt ein zyklisch-dynamisches Gleichgewicht dann vor, wenn „in einem Ökosystem über längere Zeitspannen hinweg aufgrund von Regulationsprozessen, die in Form von nicht zeitgleich ablaufenden Entwicklungszyklen in mosaikartig angeordneten Teilbereichen des Gesamtsystems auftreten, der Organismenbestand, der Energieumsatz sowie die Stoff- und Informationsflüsse nach Mittelwerten betrachtet gleich bleiben“<sup>6</sup>.

In Zusammenhang mit dem ökologischen Gleichgewicht bzw. der Homöostase steht eine weitere Eigenschaft von Ökosystemen, die Stabilität. Der Begriff Stabilität ist eigentlich mit dem bereits geschilderten komplexen, dynamischen Geschehen nicht vereinbar, ist aber in der Ökologie fest eingebürgert. Er bezeichnet „die Fähigkeit des ökologischen Systems, nach Störungen wieder in

<sup>1</sup> Siehe Bick, H.: Ökologie. Grundlagen, terrestrische und aquatische Ökosysteme ... S.42f.

<sup>2</sup> Siehe ebenda, S.43f.

<sup>3</sup> Siehe Bossel, H.: Umweltwissen. Daten, Fakten, Zusammenhänge. 2. Aufl., Berlin Heidelberg 1994, S.74.

<sup>4</sup> Siehe Kanatschnig, D.: Vorsorgeorientiertes Umweltmanagement ... S.163f.

<sup>5</sup> Siehe Remmert, H.: Ökologie. 1984.

<sup>6</sup> Siehe Bick, H.: Ökologie. Grundlagen, terrestrische und aquatische Ökosysteme ... S.44.

einen Gleichgewichtszustand zurückzukehren“<sup>1</sup>. Der Begriff wird jedoch bei verschiedenen Autoren unterschiedlich gebraucht, je nachdem, welche Aspekte von Stabilität sie in den Mittelpunkt stellen. Einige der wichtigsten Termini sind:<sup>2</sup>

- **Persistenz:** Dieser Begriff bezieht sich auf die Zeit, über die eine bestimmte Variable ihren Wert behält.
- **Resistenz:** bezeichnet die „Widerstandsfähigkeit“, (negativ) messbar etwa als das Ausmaß, in welchem eine Variable sich nach einer Störung verändert.
- **Resilienz (Elastizität):** Dieser Begriff bezieht sich auf die Rückkehrgeschwindigkeit einer Variablen zum alten Wert (Gleichgewicht) nach der Störung.
- **relative zeitliche Konstanz bzw. geringe zeitliche Variabilität im Sinne des Ausmaßes der Abweichungen von einem Mittel- oder Ausgangswert.**

Im allgemeinen gilt, dass die Stabilität wesentlich durch die Struktur eines Systems bestimmt ist, d.h. sie ist im allgemeinen umso höher, je mehr Rückkopplungen, Vernetzungen, Redundanzen, d.h. funktionelle Komplexität im System zu finden ist<sup>3</sup>. Weiters kann allgemein festgestellt werden, dass Ökosysteme unter günstigen Umweltbedingungen eher Resistenz und weniger Resilienz ausbilden. Bei schwankenden Umweltverhältnissen wird im Gegenteil mehr Resilienz als Resistenz entwickelt<sup>4</sup>. Von einem allgemeinen Zusammenhang zwischen Diversität und Stabilität kann nach derzeitigem Wissensstand nicht ausgegangen werden, ebenso wenig kann die gegenteilige allgemeine These aufrechterhalten werden. Jene (zahlreichen) Situationen, in denen aber offensichtlich ein Zusammenhang Diversität-Stabilität besteht, bedürfen einer genaueren Erforschung und Begründung<sup>5</sup>.

### 3.2.2.2 Dynamik der Entwicklung

Ökosysteme befinden sich in dauernder Weiterentwicklung, die entweder auf Einwirkungen von außen oder auf Eigendynamik beruht. Letztere ergibt sich aufgrund der systemspezifischen Struktur und ist von Einflüssen aus der Systemumgebung unabhängig<sup>6</sup>. Für den Gesamtlauf ökosystemarer Dynamik hat HOLLING ein Schema entwickelt, in welchem er vier Zustände der Ökosystementwicklung unterscheidet, die zyklisch aufeinander folgen (Holling-Zyklus):<sup>7</sup>

- **Exploitation (Erneuerung):** gekennzeichnet durch das Vorherrschen von Pionier-Organismen bzw. frühen Sukzessionsstadien;
- **Conservation (Erhaltung):** gekennzeichnet durch das Vorherrschen später Sukzessionsstadien, Klimax;
- **Creative Destruction (Zerfall):** ausgelöst z.B. durch Feuer, Sturm, Seneszenz oder Krankheiten;
- **Renewal (Innovation):** gekennzeichnet durch verhältnismäßig hohe Verfügbarkeit abiotischer Ressourcen, Energie, Mineralstoffe.

Die in den beiden erstgenannten Entwicklungsstufen Erneuerung und Erhaltung auftretende Sukzession bzw. die Klimax sollen genauer betrachtet werden. Unter Sukzession ist der allmäßliche und gerichtete, daher auch vorhersagbare Prozess eines stufenweisen Gemeinschaftswechsels, der zu einem stabilen Endstadium, der Klimax<sup>8</sup>, führt, zu verstehen. Sie ist gekennzeichnet durch eine Auffeinanderfolge vieler Entwicklungsstadien in

<sup>1</sup> Siehe Bossel, H.: Umweltwissen. Daten, Fakten, Zusammenhänge ... S.74.

<sup>2</sup> Siehe Trepl, L.: Die Diversitäts-Stabilitäts-Diskussion in der Ökologie. Beihet 12 zu den Berichten der ANL. Festschrift zum 70. Geburtstag von Wolfgang Haber. Laufen 1995, S.43.

<sup>3</sup> Siehe Bossel, H.: Umweltwissen. Daten, Fakten, Zusammenhänge ... S.74. Das Gegenteil zur funktionellen Komplexität ist die strukturelle Komplexität (z.B. hohe Artenvielfalt). Siehe Odum, E.P.: Ökologie. Grundlagen, Standorte, Anwendung. 3. Aufl., Stuttgart New York 1999, S.38f.

<sup>4</sup> Siehe Odum, E.P.: Ökologie. Grundlagen, Standorte, Anwendung ... S.39.

<sup>5</sup> Siehe Trepl, L.: Die Diversitäts-Stabilitäts-Diskussion in der Ökologie ... S.46.

<sup>6</sup> Siehe Bossel, H. Global Wende. Wege zu einem gesellschaftlichen und ökologischen Strukturwandel. München 1998, S.95.

<sup>7</sup> Siehe Breckling, B.: Der Begriff Nachhaltigkeit aus der Sicht der ökologischen Theorie. In: BMVW (Hrsg.): Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaft. Theorien und Modelle. Wien 1998, S.77.

<sup>8</sup> Ergänzend sei angemerkt, dass manche Vegetationsarten durch lokale, ständig auf die Pflanzendecke einwirkende Hemmfaktoren stabilisiert werden können, noch bevor sie die Klimax erreichen. Einige Ökologen bevorzugen daher den Begriff Dauergesellschaft anstelle von Klimaxgesellschaft. Als Beispiel dafür nennen Tüxen und Preising (1942) die Verlandung eines Sees, die aufgrund des ständig hohen Grundwasserstandes und der damit verbundenen Sauerstoffarmut im Boden zu einem Schwarzerlen-Bruchwald als Schlußgesellschaft führt und die Entwicklung zur Klimax, dem Buchenwald, verhindert. Siehe Kuttler, W. (Hrsg.): Handbuch zur Ökologie. Berlin 1993, S.420.

einem gegebenen Gebiet und in einem bestimmten Zeitraum<sup>1</sup>. Als strategisches Endziel der Sukzession sehen ODUM und MARGALEF das Erreichen einer zunehmenden Kontrolle über die Homöostase mit den (abiotischen) Standortverhältnissen, um von Störungen weitgehend unabhängig zu sein. Sie stellen damit die funktionellen Eigenschaften eines Ökosystems in den Mittelpunkt<sup>2</sup>.

In den Initialstadien der Sukzession ist eine hohe Produktion von relativ homogener Biomasse festzustellen, die von meist wenigen, aber vermehrungsfreudigen und rasch wüchsigen Arten (r-Populationen) geleistet wird. In weiteren Sukzessionsstadien kommt es infolge von Konkurrenzerscheinungen, die durch die Standortveränderungen hervorgerufen werden, zu einem Artenwechsel. Immer mehr Arten siedeln sich an, die Biomasse verwandelt sich in Richtung zunehmende Heterogenität und Strukturiertheit, die Netto-Produktivität<sup>3</sup> nimmt ab. Im Klimaxstadium schließlich ist bei meist hoher Brutto-, aber gegen null tendierender Netto-Produktion die größtmögliche Beständigkeit der Organismengemeinschaft erreicht. Langlebigkeit und hohe Selbstregelung haben in diesem Stadium Selektionsvorteile (K-Populationen)<sup>4</sup>.

Die Sukzession lässt sich mittels zweier unterschiedlicher Selektionsmechanismen erklären. In den beginnenden Sukzessionsstadien einer wenig bewohnten Umwelt fördert der Selektionsdruck Arten mit einer hohen Vermehrungsrate. Diese Lebewesen wenden für ihre Vermehrung mehr Energie auf als für ihre Erhaltung. (Die Erhaltungsenergie setzt sich zusammen aus Energie für den Konkurrenzkampf mit anderen Arten um Ressourcen sowie

aus Energie, die aufgewendet werden muss, um nicht einem Räuber zum Opfer zu fallen.) Es herrscht ein hohes Verhältnis von Fortpflanzungsenergie zu Erhaltungsenergie vor (r-Strategen). In fortgeschrittenen Sukzessionsstadien einer dicht besiedelten Umwelt sind hingegen Organismen mit geringem Fortpflanzungspotential und besseren Fähigkeiten zur Konkurrenz um bzw. Ausnutzung von knappen Ressourcen. Es besteht ein hohes Verhältnis Erhaltungsenergie zu Fortpflanzungsenergie (K-Strategen)<sup>5</sup>. In Tab. 2 sind die Entwicklungstrends verschiedener ökosystemarer Eigenschaften aufgelistet, die Ökosysteme beim Durchlaufen verschiedener Sukzessionsstadien bis zum Endstadium zeigen.

Nach ODUM ist die Strategie der Sukzession als Kurzzeitprozess grundsätzlich dieselbe wie jene der langfristigen Evolution der Biosphäre, nämlich „die verstärkte Beherrschung der physikalischen Umwelt oder eine Homöostase mit ihr, um einen maximalen Schutz vor Störungen durch die Umwelt zu erreichen“<sup>6</sup>. Im Gegensatz zur Sukzession ist die Evolution jedoch ein langandauernder, zeitlich offener Entwicklungsprozess, der auf allen Organisationsniveaus des Lebendigen, also von der molekularen über die organismische bis zur ökosystemaren Ebene, stattfindet<sup>7</sup>. Die Evolutionstheorie erklärt die Entstehung der Lebensvielfalt und gilt als eine der zentralen Theorien in der Biologie. Seit es lebende Systeme gibt, reproduzieren sie sich und erschaffen Neues oder – mit CAPRA ausgedrückt: „Von den archaischsten und einfachsten Lebensformen bis zu den verschlungensten und komplexesten gegenwärtigen Formen hat sich das Leben in einem immerwährenden Tanz entfaltet, ohne jemals das Grundmuster seiner autopoiетischen Netzwerke zu zerbrechen“<sup>8</sup>.

<sup>1</sup> Siehe Kuttler, W. (Hrsg.): Handbuch zur Ökologie ... S.418 und Odum, E.P.: Ökologie. Grundlagen, Standorte, Anwendung ... S.289.

<sup>2</sup> Siehe Odum, E.P.: Ökologie. Grundlagen, Standorte, Anwendung ... S.291 und siehe Kuttler, W. (Hrsg.): Handbuch zur Ökologie ... S.422.

<sup>3</sup> Die hier gemeinte Netto-Primärproduktion (auch Nettoassimilation) bezeichnet die Menge der in den pflanzlichen Geweben gespeicherten organischen Stoffe abzüglich des während der Messung veratmeten Anteils. Im Gegensatz dazu umfasst die Brutto-Primärproduktion (auch Gesamtassimilation) die gesamte Photosynthese einschließlich des während der Messung veratmeten Anteils. Siehe Odum, E.P.: Ökologie. Grundlagen, Standorte, Anwendung ... S.49.

<sup>4</sup> Siehe Haber, W.: Ökologische Grundlagen des Umweltschutzes. Bonn 1993, S.55 und Bossel, H.: Umweltwissen. Daten, Fakten, Zusammenhänge ... S.80 und Kuttler, W. (Hrsg.): Handbuch zur Ökologie ... S.422.

<sup>5</sup> Siehe Odum, E.P.: Ökologie. Grundlagen, Standorte, Anwendung ... S.240f.

<sup>6</sup> Siehe Odum, E.P.: Ökologie. Grundlagen, Standorte, Anwendung ... S.289.

<sup>7</sup> Siehe Wagner, G.: Evolution der Evolutionsfähigkeit. In: Dress, A., Hendrichs, H. und G. Küppers (Hrsg.): Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft. München 1986. S.126.

<sup>8</sup> Siehe Capra, F.: Lebensnetz. Bern München Wien 1996, S.252.

Eigenschaften des Ökosystems	Trends im Laufe der Ökosystementwicklung bis zum Klimaxstadium
<b>Energetik der Gemeinschaft</b>	
Verhältnis Bruttoproduktion/Biomasse des Bestandes Unterhaltene Biomasse/ Energiefluß je Einheit Netto Gemeinschaftsproduktion (Ertrag) Nahrungsketten	verringert sich vergrößert sich verkleinert sich sind vorerst linear, dann vernetzt
<b>Struktur der Gemeinschaft</b>	
Gesamte organische Substanz Anorganische Nährstoffe Artendiversität-Mannigfaltigkeitskomponente <sup>1</sup> Artendiversität-Gleichmäßigkeitsskomponente <sup>2</sup> Biochemische Diversität Schichtung und räumliche Heterogenität (Musterdiversität)	vermehrt sich vorerst frei gelöst, dann inkorporiert vergrößert sich vergrößert sich vergrößert sich entwickelt sich zu besserer Organisation
<b>Lebensablauf</b>	
Nischenspezialisierung Größe der Organismen Lebenszyklen	vor erst ausgedehnt, dann eng steigend verlängern sich und werden komplexer
<b>Kreislauf der Nährstoffe</b>	
Kreisläufe der anorganischen Nährstoffe Austauschrate der Nährstoffe zwischen Organismen und Umwelt Rolle des Detritus bei der Nährstoffregeneration	vor erst offen, dann geschlossen verlangsamt sich gewinnt an Bedeutung
<b>Selektionsdruck</b>	
Wachstumsform Produktion	vor erst für schnelles Wachstum (r-Selektion), dann für Feedback-Kontrolle (K-Selektion) vor erst quantitativ, dann qualitativ
<b>Gesamthomöostase</b>	
Innere Symbiose Nährstoffspeicherung Resistenzstabilität Entropie Information	vor erst unentwickelt, dann entwickelt verbessert sich verbessert sich verringert sich vergrößert sich

TAB. 2: ÜBERSICHT ÜBER ZU ERWARTENDE TRENDS IM VERLAUF DER ÖKOLOGISCHEN SUKZESSION<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Die Artenmannigfaltigkeit drückt das Verhältnis von Zahl der Arten / Zahl der Individuen oder Zahl der Arten je Gebietseinheit aus. Im Verlauf der Sukzession steigt die Artendiversität-Mannigfaltigkeitskomponente an.

<sup>2</sup> Mit dem Ansteigen der Artenvielfalt kommt es zu einer abnehmenden Individuendichte bzw. zu einer zunehmenden Gleichmäßigkeit. Die Artendiversität-Gleichmäßigkeitsskomponente wird auch als Äquität (engl. evenness, Maß für die Gleichverteilung der Elemente) bezeichnet. Siehe auch Treppl, L.: Die Diversitäts-Stabilitäts-Diskussion in der Ökologie. Beiheft 12 zu den Berichten der ANL. Festschrift zum 70. Geburtstag von Wolfgang Haber. Laufen 1995, S.36.

<sup>3</sup> Siehe ebenda, S.290.

Die der Evolution zugrundeliegenden wichtigsten Mechanismen sind Mutation und Selektion (neben anderen wie Zufallswirkung und Isolation). Mutationen sind bleibende, vererbbare Veränderungen von Genen und führen zu einer Vermehrung der Variabilität. Sie entstehen bei der Vervielfältigung des Erbmaterials spontan durch unvermeidliche, zufällige Fehler<sup>1</sup>. Aus der Menge der neu entstandenen Varianten werden durch Selektion die vorteilhaften, d.h. die am besten an ihre Umgebung angepassten ausgewählt. Die Überlebenschancen der Individuen einer Population sind daher nicht gleich, nur die im Auswahlverfahren Erfolgreichen kommen wieder zur Fortpflanzung<sup>2</sup>. Die technische Nachahmung des Mutations-Selektions-Prinzips zeigte, dass dieses nicht für beliebige Systeme gilt (sofern sie die beiden Grundvoraussetzungen, spontane erbliche Variabilität und Reproduktion aufweisen, z.B. Computerprogramme), sondern ausschließlich für lebende Systeme zutrifft<sup>3</sup>. Nur wenn die beiden Grundphänomene alles Lebendigen, nämlich die Existenz eines Informationsspeichers und die Möglichkeit zur Selbstreproduktion, gegeben sind, findet Evolution im Sinne DARWINS mit spontaner erblicher Variation und Selektion statt<sup>4</sup>.

Allen dynamischen Entwicklungsvorgängen in natürlichen Systemen, einschließlich der Sukzession und Evolution, können auch Beschränkungen auferlegt sein. Dies ist dann der Fall, wenn ein für das Vorkommen und den Erfolg eines Organismus (einer Organismengruppe) erforderlicher Faktor die untere bzw. obere Toleranzgrenze (Maximum bzw. Minimum) erreicht und zu einem sogenannten limitierenden Faktor wird. Das Konzept der limitierenden Faktoren setzt sich aus zwei Gesetzen zusammen:<sup>5</sup>

- **Gesetz des Minimums (von Liebig 1840):**

*Die für einen Organismus lebensnotwendige Substanz, die sich der unteren Bedarfsgrenze nähert, kann limitierend (wachstumsbegrenzend) wirken. (Das Gesetz gilt unter zwei Einschränkungen: a. es gilt nur unter steady-state-Bedingungen, d.h. wenn Zufluss und Abfluss von Energie und Substrat im Gleichgewicht stehen; b. die gegenseitige Beeinflussung der Faktoren muss berücksichtigt werden, z.B. eine hohe Konzentration oder Ausnutzbarkeit einer Substanz, die selbst kein Minimumfaktor ist, kann die Verwertbarkeit des Minimumfaktors beeinflussen.)*

- **Gesetz der Toleranz (Shelford 1913):**

*Das Gesetz des Minimums gilt – wie ursprünglich von Liebig beabsichtigt – beschränkt für chemische Stoffe. Alle anderen Faktoren sowie die begrenzende Wirkung maximaler Konzentrationen werden in das Gesetz der Toleranz eingeschlossen.*

Wie in diesem Abschnitt gezeigt wurde, führen die dynamischen Vorgänge in Ökosystemen entweder zu ihrer Stabilisierung im Umfeld oder zu ihrer Weiterentwicklung. Die Mechanismen, die diesen Stabilisierungs- bzw. Entwicklungsvorgängen zugrundeliegen, beruhen auf Informationsaustauschbeziehungen zwischen den Systemelementen sowie zwischen dem System und seinem Umfeld. Sie werden im nächsten Abschnitt beleuchtet.

### 3.2.3 Interaktive Kontrollmechanismen

Mit der Beschreibung zentraler Eigenschaften und Dynamiken von und in natürlichen Systemen wurden hauptsächlich materielle und energetische Beziehungen angesprochen. Von besonderer Bedeutung für eine Eco-

<sup>1</sup> Siehe Kuttler, W. (Hrsg.): Handbuch zur Ökologie. Berlin 1993, S.119.

<sup>2</sup> Siehe ebenda, S.118.

<sup>3</sup> Siehe Wagner, G.: Evolution der Evolutionsfähigkeit. In: Dress, A., Hendrichs, H. und G. Küppers (Hrsg.): Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft. München 1986. S.125.

<sup>4</sup> Siehe ebenda, S.121.

<sup>5</sup> Siehe Odum, E.P.: Ökologie. Grundlagen, Standorte, Anwendung ... S.133ff.

system Sustainability sind jedoch auch bestimmte informatorische Beziehungen und Vernetzungen. Unter ihnen seien die für eine dauerhafte Ökosystementwicklung kontrollwirksamen Rückkopplungen hervorgehoben. Sie stellen eine besondere Form von geschlossenen Informationskreisläufen dar, da sie mit einem Regulations- bzw. Steuerungseffekt für das System verbunden sind<sup>1</sup>.

Die Rückkopplungsregelung verwendet Information über den Systemzustand und stellt damit fest, wie weit dieser von einem gegebenen Ziel entfernt ist. Die so festgestellte Abweichung wird dann verwendet, um die Veränderungsrate des Zustands zu kontrollieren. Sie bewirkt die Umwandlung von in einem beteiligten Bereich ausgehenden Informationen (z.B. über Verhaltensänderungen infolge interner oder externer Störungseinflüsse) in entsprechende Reaktionen in anderen Systemteilen, deren Ergebnisse wiederum das Verhalten des prozessauslösenden Bereichs beeinflussen, womit der Vorgang von Neuem beginnt<sup>2</sup>. Voraussetzung eines rückgekoppelten Informationsaustausches ist es, dass jedes beteiligte Element oder Subsystem in einen Informationskreislauf eingegliedert ist und zu einer selbständigen funktionsspezifischen Verarbeitung der Information befähigt ist. Die Regelung bzw. Steuerung eines Systems erfolgt daher nicht durch einen Regler, sondern über eine entsprechende Vernetzung der Informationsbeziehungen sämtlicher Systemteile<sup>3</sup>.

Durch den Informationsrückfluss können die ursprünglichen Veränderungen entweder weiter verstärkt oder wieder ausgeglichen werden, was zu einer Unterscheidung in positive und negative Rückkopplungen führt. Bei der

positiven (kumulativen) Rückkopplung sind Wirkung und Rückwirkung gleichgerichtet. Eine einzige Störung der Zustandsgröße vom vorgegebenen Sollwert verursacht eine ständige weitere Vergrößerung der Abweichung vom Ausgangszustand<sup>4</sup>. Obwohl ein Verstärkungseffekt zum Aufbau eines Systems erforderlich ist, führt sein Fortbestehen nach der Aufbauphase zu einer immer größeren Entfernung vom Gleichgewichtszustand, bis das betreffende Wirkungsgefüge explodiert, d.h. infolge unbegrenzter Wachstumsvorgänge einzelner Elemente (Subsysteme) funktionsunfähig wird. Ebenso kann es zu einem Systemzusammenbruch durch Implosion kommen, d.h. durch Blockierung der Systemaktivitäten infolge der Entwicklung einzelner Elemente gegen null. Positive Rückkopplung ist daher immer verbunden mit der Entwicklung neuer Formen (Ordnungen) bzw. mit Destabilisierung<sup>5</sup>.

Für die Erhaltung eines Systemzustandes ist daher entscheidend, dass die sich selbst verstärkenden auf- und abbauenden Vorgänge rechtzeitig, also noch vor Überschreiten der systemspezifischen Grenzen, abgeschwächt und schließlich auf einem bestimmten Niveau stabilisiert werden. Diese Stabilisierungsfunktion wird von den negativen (kompensierenden) Rückkopplungen wahrgenommen, bei denen die Ausgangsgröße eines Elementes entgegengesetzt auf die Eingangsgröße zurückwirkt. Durch das Festhalten seiner Elemente innerhalb bestimmter Größen und die damit verbundene Begrenzung des Stoff-, Energie- und Informationsaustausches zwischen System und seinem Umfeld schafft sich das System selbst jene Bedingungen, die für eine quantitative Weiterentwicklung (im Sinne der positiven Rückkop-

<sup>1</sup> Siehe Malik, F.: Strategie des Managements komplexer Systeme. Ein Beitrag zur Management-Kybernetik evolutionärer Systeme. Schriftenreihe Unternehmung und Unternehmensführung, Bd. 12, hrsg. vom Institut für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen, 2. Aufl., Bern Stuttgart 1986, S.238ff.

<sup>2</sup> Siehe ebenda.

<sup>3</sup> Siehe Beer, S.: Kybernetische Führungslehre. Frankfurt/M., New York 1973, S.84.

<sup>4</sup> Siehe Bossel, H.: Umweltwissen. Daten, Fakten, Zusammenhänge ... S.73.

<sup>5</sup> Siehe Vester, F.: Ballungsgebiete in der Krise. Stuttgart 1976, S.30f. und Jantsch, E.: Die Selbstorganisation des Universums ... S.31.

plung) hemmend wirken<sup>1</sup>. Während also durch positive Rückkopplungen ein System erst aufgebaut wird, schwächen negative Rückkopplungen diese (exponentiellen) Wachstumsprozesse bei Erreichen einer bestimmten Größe ab und führen das System schließlich durch selbsttägiges Einschaukeln in einen dynamischen Gleichgewichtszustand (Reifestadium bzw. qualitatives Wachstum) über. Das Wachstum lebender, d.h. sich entwickelnder Systeme nimmt dadurch einen s-förmigen, logistischen Verlauf<sup>2</sup>.

Die hohe Bedeutung von Rückkopplungsschleifen für eine Ecosystem Sustainability wird u.a. von CHAPIN et al. bestätigt, die Prinzipien einer dauerhaften Ökosystementwicklung (d.h. die Erhaltung der charakteristischen Diversität von Hauptfunktionsgruppen, Produktivität, Bodenfruchtbarkeit, biogeochemische Kreislaufraten im Ökosystem über eine normale Verteilung von Störereignissen hinweg) ermittelt haben. Nach ihrer Auffassung ist jedes Ökosystem durch vier sogenannte „interaktive Kontrollen“ determiniert. Diese sind

- *das Lokalklima,*
- *die Nährstoffverfügbarkeit im Boden (oder Wasserqualität in aquatischen Ökosystemen),*
- *die wesentlichsten funktionalen Organismengruppen (Artengruppen, die eine ähnliche Wirkung auf Ökosystemprozesse ausüben) sowie*
- *die Störungsweise (Störungsintensität und -frequenz)<sup>3</sup>.*

Diese interaktiven Kontrollen stehen mit den Ökosystemprozessen in dynamischer Wechselwirkung, indem sie einerseits auf die Eigenschaften und Entwicklung des Ökosystems einwirken, andererseits antworten sie auch auf diese Ökosystemeigenschaften und -prozesse. Sie werden von außen beschränkt durch fünf Zustandsfaktoren

(„constraints“), namentlich das Muttergestein, das Klima, die Topographie, die potentielle Fauna und Flora sowie die Zeit (Abb. 13)<sup>4</sup>.

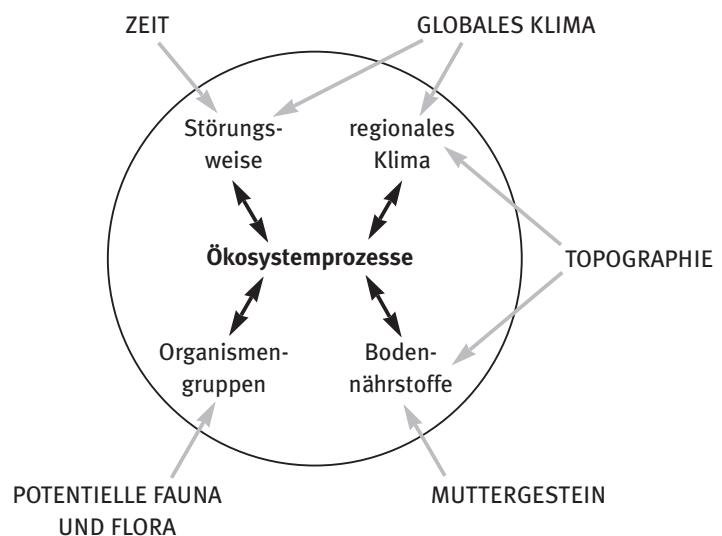


ABB. 13: DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN ZUSTANDSFÄKTOREN (IN GROSSBUCHSTABEN), INTERAKTIVEN KONTROLLEN UND ÖKOSYSTEMPROZESSEN<sup>5</sup> (DER KREIS STELLT DIE ÖKOSYSTEM-GRENZE DAR.)

Im allgemeinen operiert das Set der interaktiven Kontrollen innerhalb von Grenzen, die repräsentativ für das Ökosystem sind, und generiert negative Rückkopplungsschleifen, um größeren Veränderungen in den interaktiven Kontrollen vorzubeugen bzw. sie zu „konservieren“<sup>6</sup>. Ein Ökosystem ist daher unter solchen Bedingungen und in solchen Zeitskalen nachhaltig, in denen negatives Feedback gegenüber positivem Feedback dominiert<sup>7</sup>. Hingegen führen positive Rückkopplungen zu einer initialen Veränderung der Bedingungen und leiten das Ökosystem in

<sup>1</sup> Siehe Stugren, B.: Grundlagen der allgemeinen Ökologie. 3. Aufl., Stuttgart New York 1978, S.134.

<sup>2</sup> Siehe Vester, F.: Unsere Welt – ein vernetztes System. Stuttgart 1978, S.73f.

<sup>3</sup> Siehe Chapin III, F.S., Torn, M.S. and M. Tateno: Principles of Ecosystem Sustainability. In: The American Naturalist 1996, vol. 148, S.1019.

<sup>4</sup> Nach JENNY (1941) bestimmen diese fünf unabhängigen Zustandsfaktoren die Boden- und Ökosystemprozesse. Siehe ebenda, S.1019. Zit. nach: Jenny, H.: Factors of soil formation. McGraw Hill, New York 1941.

<sup>5</sup> Aus: Chapin III, F.S., Torn, M.S. and M. Tateno: Principles of Ecosystem Sustainability. In: The American Naturalist 1996, vol. 148, S.1020.

<sup>6</sup> Siehe ebenda, S.1019.

<sup>7</sup> Siehe ebenda, S.1032.

einen neuen Zustand mit neuartigen Eigenschaften<sup>1</sup>. Dabei reagieren bestimmte Ökosysteme rascher auf geänderte interaktive Kontrollen als andere Ökosysteme (z.B. Temperatursensibilität der Tundra, Phosphorsensibilität von Seen, Sensibilität von Inseln gegenüber Einbürgerung neuer Arten)<sup>2</sup>.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die interaktiven Kontrollen die Struktur und Produktivität des Ökosystems bestimmen. Gilt es also, ein natürliches Ökosystem bei dynamischer Entwicklung in seinem momentanen Zustand zu erhalten bzw. eine nachhaltige Bewirtschaftung von Ökosystemen (z.B. Agrar- und Forstökosysteme) zu sichern, so muss ein stabiles Muster von interaktiven Kontrollen bewahrt werden. Die Theorie von CHAPIN et al. ist nicht nur für natürliche Ökosysteme, sondern auch für anthropogen bewirtschaftete zutreffend und stellt bereits eine Verbindung zwischen Natur- und Humansystemen dar. Wie aber die Sozial- und Wirtschaftssysteme in eine nachhaltige Ökosystementwicklung integriert werden müssen, damit eine Koevolution, d.h. eine gemeinsame langfristig-beständige Weiterentwicklung von Natur- und Humansystem möglich ist, soll im nächsten Kapitel behandelt werden.

### 3.3 Phase 3: Koevolutionäre Vernetzung von Natur- und Humansystem

*Wir können nur gegen die Natur untergehen oder mit ihr leben.*

*Eduard Zwierlein*

In der zweiten Phase des EST-Modells wurde die Bewahrung der Ecosystem Sustainability als Ziel formuliert und die wesentlichsten sie bedingenden ökosystemaren Eigenschaften und Prozesse beschrieben. Dabei wurden anthropogene Beeinflussungen der Ökosysteme außer Acht gelassen. In Phase 3 des Modells werden nun Humansysteme miteinbezogen und ihre Einbettung in das Natursystem in der Weise gefordert, dass eine koevolutionäre Entwicklung beider Systeme gewährleistet wird. Welche Bedingungen für eine derartige langfristige und dauerhafte Vernetzung von Natur- und Humansystem erforderlich sind, soll in diesem Kapitel abgeleitet werden.

Der momentane Entwicklungsstand der Erde ist das Ergebnis einer Vielzahl von koevolutionären Entwicklungen, die sich durch das Zusammenspiel von Regelungen, Selektionen, Ausschlüssen, Stabilisierungen und Erweiterungen aufeinander einstellten. Das Koevolutionsprinzip, das die wechselseitige Anpassung und Abstimmung eines Systems mit seinem Umfeld beschreibt, diente hauptsächlich zur Analyse biologischer Entwicklungen, etwa

der Herausbildung der Sinnesorgane (Auge), Fortbewegungsorgane (Flosse, Flügel), Fortpflanzungsformen (Insektenbestäubung bei Pflanzen) oder Verteidigungsmechanismen. Es bedeutet, dass jedes System mit seinem Umfeld über Kreisprozesse verbunden ist, durch die eine Verbindung der Evolution beider Seiten bewirkt wird. System und Umfeld evolvieren stets als Ganzheit<sup>1</sup>.

In der gesamten Lebenswelt lässt sich die Evolution somit nicht rein auf die Anpassung von Organismen an ihre Umwelt beschränken, weil die Umwelt selbst durch ein Netzwerk von lebenden Systemen gestaltet wird, die wiederum zur Anpassung und Kreativität fähig sind. Nach LOVELOCK ist daher „die Evolution der Lebewesen mit der Evolution der Umwelt so eng gekoppelt, dass sie zusammen einen einzigen Entwicklungsprozess darstellen“<sup>2</sup>. Der Begriff der Koevolution kann auch im stark erweiterten Sinne aufgefasst werden, indem er auf die wechselseitigen Entwicklungsprozesse der Gesellschaft mit ihrem natürlichen und kulturellen Umfeld ausgedehnt wird. Der Mensch befindet sich in Koevolution mit der belebten und unbelebten Natur, aber auch mit den Maschinen, der Technik, den gesellschaftlichen Einrichtungen, die er selbst geschaffen hat, um sein Überleben zu erleichtern, zu sichern bzw. seinen zivilisatorischen Fortschritt voranzutreiben<sup>3</sup>.

Die schnelle Dynamik des menschlichen Fortschritts führt jedoch zu einer immer schnelleren Auseinanderentwicklung von Natur- und Kulturgeschichte sowie zu einer Entfremdung zwischen Mensch und Natur. In das dynamische System der Biosphäre wird eine immer größer werdende Zahl zivilisatorischer Subsysteme (Siedlungen, Verkehrs-

netze, Fabriken, Kraftwerke, landwirtschaftliche Großbetriebe, usw.) eingepflanzt. Der hohe Einsatz materieller Ressourcen und fossiler Energieträger für die Güterproduktion und für die Expansion der Dienstleistungen führt zur Gefährdung der großen Regenerationspotentiale, von denen die Menschheit jeher gelebt hat (Luft, Boden, Wasser, Flora und Fauna, Wälder und Klima)<sup>4</sup>. Die Zerstörung der Ozonschicht, die Verminderung der Artenvielfalt, Luft- und Wasserverschmutzung, die Bodenerosionen, die Zerstörung der Regenwälder usw. sind der messbare Ausdruck dieser Entwicklung. Dass mit den Zerstörungs- und Verknappungsprozessen der natürlichen Umwelt gleichzeitig Raubbau an den Lebensgrundlagen der Menschheit betrieben wird, ist heute zwar längst erkannt, doch werden kaum Gegenmaßnahmen getroffen.

Globale Betrachtungen wählen meist entweder die Ökosphäre oder die Anthroposphäre als ihren Bezugspunkt, die dann wie zwei sektorale, einander gegenüber stehende Welten behandelt und kaum oder nur wenig in Beziehung zueinander gestellt werden. Es müssen jedoch integrative Lösungen gesucht werden, wie die fortschreitende Entkoppelung von Humansystemen aus dem Natursystem eingebremst bzw. Weichenstellungen für eine Trendumkehr im Sinne des Konzeptes der Nachhaltigen Entwicklung getroffen werden können. Ziel muss eine Koevolution im weiten Sinne, d.h. die dauerhafte gemeinsame Weiterentwicklung von natürlichen und anthropogenen gestalteten (z.B. technischen, wirtschaftlichen, politischen) Systemen sein.

<sup>1</sup> Siehe Jantsch, E.: Die Selbstorganisation des Universums. S.130.

<sup>2</sup> Siehe Lovelock, J.: Healing Gaia. New York 1991, S.99.

<sup>3</sup> Siehe Rosnay, J.d.: Homo symbioticus. Einblicke in das 3. Jahrtausend. München 1997, S.77.

<sup>4</sup> Siehe Altner, G.: Technisch-industrieller Fortschritt. Seine Orientierung an Grundsätzen und Perspektiven von Natur und Naturgeschichte. In: Zwierlein, E. (Hrsg.): Natur als Vorbild. Was können wir von der Natur zur Lösung unserer Probleme lernen? Philosophisches Forum Universität Kaiserslautern, Band 4, Idstein 1993, S.12.

### 3.3.1 Vergleich von Natursystem und Humansystem

*Wir müssen uns mit den naturgesetzlich bedingten Beschränkungen wie auch den Eigengesetzmäßigkeiten systemarer Entwicklung und der Rolle menschlicher Akteure darin befassen, um die Entwicklungsdynamik von und zwischen Teilsystemen sowie den Möglichkeiten ihrer Beeinflussung zu verstehen.*

*Hartmut Bossel*

Die Zielperspektive einer Koevolution des globalen Natursystems mit den darin eingebetteten gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Subsystemen impliziert einen gegenseitig beeinflussenden, eng aufeinander abgestimmten dauerhaften Entwicklungsprozess. Um Anforderungen für einen derartigen Entwicklungsprozess zu konzipieren, bedarf es vorerst einer näheren Analyse und Gegenüberstellung beider Systemtypen. Sie soll zum einen aus einer Analogisierung bestehen, die die funktionalen Ähnlichkeiten zwischen Natur- und Humansystem aufzeigt, und zum anderen aus einer Differenzierung, die aufgrund des fehlenden inneren Zusammenhangs der beiden Systemtypen auf die Unterschiede zwischen ihnen hinweist.

Der analogisierende und differenzierende Systemvergleich wird hinsichtlich zweier zentraler Systemcharakteristika durchgeführt, nämlich der

- *entropischen Prozesse und der Evolution und Fristigkeit.*

Mit ihnen werden zwei für die Koevolution wesentliche Aspekte untersucht. Dies sind einerseits die energetischen Austauschbeziehungen zwischen einem System und seinem Umfeld, welche die Überlebensfähigkeit des Systems schlechthin begründen und andererseits die Bedingungen der Systementwicklung unter dem Blickwinkel der Langfristperspektive, die eine zeitliche Koppelung von Natur- und Humansystem ermöglichen.

#### 3.3.1.1 Entropische Prozesse

Die Erhaltung des Lebens kann als entropischer Prozess betrachtet werden, der dem ersten und zweiten Hauptsatz der Thermodynamik<sup>1</sup> folgt. Aus dieser Perspektive stellen MÜLLER und NIELSEN der netzwerkorientierten Systemanalyse bzw. Hierarchietheorie die thermodynamische Ökosystemtheorie gegenüber. Hierbei werden Elemente oder Subsysteme der Ökosysteme als Prozessoren des Energie-Haushaltes angesehen, in denen hochwertige Energie (Syntropie) importiert, genutzt und transformiert wird, wobei simultan geringwertige Energie (Entropie) erzeugt und aus dem System entfernt wird. Jede lokale, im Inneren eines lebenden Systems stattfindende Entropieerzeugung ist begleitet von einem Entropieaustausch mit der Umgebung. Dieser permanente Prozessablauf (Aufnahme von Syntropie aus der

<sup>1</sup> Der erste Hauptsatz besagt, dass in einem System, dem Energie von außen weder zugeführt noch entzogen wird, die Summe der erhaltenen Energien unveränderlich ist. Lediglich Transformationen zwischen verschiedenen Energieformen lassen sich in derartigen Systemen beobachten. Der zweite Hauptsatz sagt aus, dass Wärme nicht von selbst von einem Körper niedriger Temperatur auf einen Körper höherer Temperatur übergeht; der Wärmetransport folgt stets einem Gradienten, der gleichzeitig die grundsätzliche Reaktionsrichtung festlegt. Weiterhin postuliert der zweite Hauptsatz, dass bei jeder Energieumwandlung ein Teil der ursprünglich vorhandenen Energie in eine nicht mehr verwendbare Energieform – also in eine Form, die nicht mehr in mechanische Arbeit transformierbar ist – umgewandelt wird. Die Menge dieser Energie wird durch die thermodynamische Zustandsvariable Entropie angegeben. Siehe Müller, F. und Nielsen, S.N.: Thermodynamische Systemaufassungen in der Ökologie. In: Mathes, B., Breckling, B. und K. Ekschmitt (Hrsg.): Systemtheorie in der Ökologie. Beiträge zu einer Tagung des Arbeitskreises „Theorie“ in der Gesellschaft für Ökologie: Zur Entwicklung und aktuellen Bedeutung der Systemtheorie in der Ökologie. Schloß Rauschholzhausen. Landsberg 1996, S.46, 49.

Umgebung und Abgabe von Entropie an die Umgebung ist für offene, lebende Systeme die Existenzbedingung schlechthin<sup>1</sup>.

Entropische Prozesse sind durch drei Phasen bestimmt, nämlich

- a. die Aufnahme hochwertiger Energie (Syntropie) aus dem Systemumfeld,
- b. die Schaffung bzw. Erhaltung systeminterner Strukturen durch Degradation von Syntropie und Umwandlung in Entropie (geringwertige Energie) und
- c. die Abgabe der erzeugten Entropie an die Systemumgebung.

Die Syntropie ist derjenige Energiebetrag eines Systems, der in mechanische Arbeit umwandelbar ist und als qualitativer Gegenpart der Entropie zu verstehen. Syntropie kann bisher nur mit Hilfe von Modellen abgeleitet, jedoch nicht gemessen werden. In ökologischen Modellen wird sie als sogenannte „goal function“ bezeichnet, worunter jene Ökosystemeigenschaft zu verstehen ist, die bei der Systementwicklung quantifizierbare, gerichtete Veränderungen aufweist. Syntropie kann als Importgröße, als Speichergröße oder als zu degradierende Energiequalität angesehen werden<sup>2</sup>:

- *Syntropie als Importgröße: Die in ökologische Systeme eingetragene Solarstrahlung ist für die Biosphäre der stärkste und wichtigste Syntropiestrom, da er in großer Quantität auftritt und in maximalem Umfang in andere Energieformen überführbar ist. Darüber hinaus fließt Syntropie in allen Transformationen, Prozessen und Reaktionen in ökologischen Systemen, allerdings in unterschiedlichen Mengen und Geschwindigkeiten.*
- *Syntropie als Speichergröße: Die importierte Energie wird in ökologischen Systemen zum Aufbau von Strukturen auf den verschiedenen Hierarchiestufen genutzt. In diesen geordneten Strukturen wird die importierte Syntropie langfristig gespeichert. Dies geschieht (unter Entropieverlus-*

*ten) durch Umwandlungen in Biomasse, durch die biochemische Formation energiereicher Verbindungen und durch die Transformation der Energie in Information. Komplexität und Information stellen damit wichtige Syntropiespeicher dar. Sie bilden strukturelle Gradienten, die als Potentiale in andere Energieformen umsetzbar sind, denn beim Abbau der selbstorganisiert erzielten Ordnung der ökologischen Systeme kann Energie (mit hoher Entropieproduktion) freigesetzt werden.*

- *Syntropie als Degradationsgröße: Neben den gespeicherten Syntropiemengen können auch die Syntropieflüsse verfolgt und quantifiziert werden. Dabei ist von Bedeutung, dass mit jedem Transformationsschritt Syntropieeinheiten in nicht mehr nutzbare Energieformen umgewandelt werden (Entropieproduktion) und Strukturen abgebaut werden (Metabolismus).*

Damit sich ein biologisches System im entropischen Fließgleichgewicht befindet (d.h. seine Entropie konstant halten kann), muss genauso viel Syntropie aus der Umgebung aufgenommen werden als Entropie im Inneren des Systems durch Transformationsprozesse erzeugt wird. Der erreichte Zustand entspricht einem sogenannten Steady State oder ökologischen Gleichgewicht. Dieser Gleichgewichtsbegriff ist aber nicht identisch mit dem thermodynamischen Gleichgewicht, das einen Zustand maximaler Entropie darstellt und gekennzeichnet ist durch eine hohe interne Homogenität, einen hohen Entropiegehalt sowie das Fehlen wirksamer Gradienten. Der Steady State-Zustand hingegen beschreibt die Erhaltung eines Systems auf einem bestimmten Entropieniveau und entspricht einem thermodynamischen Nichtgleichgewichtszustand des Systems<sup>3</sup>. Die Tatsache, dass sich ungestörte, natürliche Ökosysteme in einem Steady State halten, besagt, anders ausgedrückt, dass die Energiebilanz in ihnen ausgeglichen oder sogar positiv ist. Letzteres zeigt sich darin, dass im Laufe der geschichtlicher Zeit-

<sup>1</sup> Siehe ebenda, S.45.

<sup>2</sup> Siehe ebenda, S.52, 55.

<sup>3</sup> Siehe Binswanger, M.: Die Irreversibilität entropischer Prozesse in der Ökonomie. In: Hege, R. und Wehrt, H. (Hrsg.): Ökologie und Humanökologie. Beiträge zu einem ganzheitlichen Verstehen unserer geschichtlichen Lebenswelt. Frankfurt am Main 1991, S.93.

räume in den Ökosystemen der Erde riesige Energiemengen in Form fossiler Energie als Kohle, Erdöl, Erdgas, Torf usw. gespeichert und somit dem Kreislauf entzogen worden sind<sup>1</sup>.

Um das Verhalten von Systemen im Steady State zu charakterisieren, wurde von PRIGOGINE der Begriff der dissipativen Strukturen eingeführt. Dissipative Strukturen bewahren und entwickeln sich fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht, indem sie andere Strukturen durch Metabolismus zerbrechen, dabei Entropie erzeugen, die an die Systemumgebung abgegeben wird (Ordnung durch Fluktuation). Sie verdeutlichen, dass scheinbar einander ausschließende Tendenzen in allen lebenden Systemen zusammen auftreten, nämlich Struktur und Veränderung, Sein und Werden, Stabilität und Instabilität<sup>2</sup>.

Der Zustand des Fließgleichgewichtes bzw. Steady State ist aber nur eine von verschiedenen Entwicklungsmöglichkeiten eines Systems. Verschiedene Entwicklungszustände des Systems können aus der Kombination der beiden Komponenten „systeminterne Entropieproduktion aus internen, irreversiblen Prozessen“ sowie „Entropieaustausch mit der Umgebung“ charakterisiert werden<sup>3</sup>:

- Wenn die Gesamtentropie gleich null ist, so befindet sich das System im Zustand des Fließgleichgewichtes. Durch die Aufnahme von Syntropie kann die interne Entropieproduktion kompensiert werden (langfristige Gleichgewichtssituation).
- Kommt es zu einem Überschuss an importierter nutzbarer Syntropie, so kann sich das System weiter vom thermodynamischen Gleichgewicht entfernen. Es kann Ordnung aufgebaut werden, was sich in Ökosystemen durch die biozönotische Struktur und durch die Komplexität der Flüsse produzierter organischer Verbindungen äußert (Sommersituation).

- Wenn der nutzbare Syntropie-Import kleiner ist als die interne Entropieproduktion, so ist von einem Ordnungsabbau im System auszugehen (Wintersituation).

Aus den physikalischen Grundlagen thermodynamischer und dissipativer Systeme können folgende sieben Hypothesen zur Entwicklung von Ökosystemen abgeleitet werden<sup>4</sup>:

**a. Thermodynamisches Ungleichgewichtsprinzip (Syntropie-Degradations-Prinzip):**

Dieses von SCHNEIDER und KAY<sup>5</sup> entwickelte Prinzip besagt, dass ökologische Systeme bei ihrer selbstorganisierten Entwicklung Zustände anstreben, in denen alle Möglichkeiten zur Schaffung dissipativer Strukturen ausgeschöpft werden, die dazu beitragen, den vorhandenen energetischen Gradienten (Sonnenstrahlung) zu degradieren. Dies geschieht durch die Ausbildung einer Hierarchie kleiner, systeminterner, miteinander wechselwirkender Gradienten. Erst durch diese Hierarchisierung werden die von außen angelegten, oftmals sehr hohen Potentiale für biologische Systeme verwertbar. Realisierungen dieses Prinzips finden sich auf allen Ebenen biologischer Existenz, von der Zelle über Organe, Organismen, Populationen, Ökosysteme bis hin zur gesamten Biosphäre. Dementsprechend können Ökosysteme als Modell dissipativer Strukturen aus interagierenden biotischen und abiotischen Subsystemen aufgefasst werden, in denen stoffliche und energetische Gradienten auf funktional vernetzten, hierarchischen Organisationsebenen durch zyklische Prozessabläufe selbstorganisiert aufgebaut, erhalten und degradiert werden<sup>6</sup>.

**b. Ökologisches Grundprinzip der Thermodynamik (Syntropie-Speicher-Prinzip):**

„Wenn in einem System ein Durchfluss von Syntropie stattfindet, so wird das System diesen Fluss nutzen, um seinen Syntropiegehalt zu erweitern und sich zunehmend vom thermodynamischen Gleichgewicht zu entfernen. Wenn für die Nutzung, Speicherung und Degradation der Syntropie eine größere Anzahl von Prozessen zur Verfügung steht, dann wird diejenige Organisationsform selektiert, die das System unter den gegebenen Umständen mit dem größtmöglichen Betrag von Syntropie versorgt.“ Dieses

<sup>1</sup> Siehe Osche, G.: Ökologie. Grundlagen – Erkenntnisse – Entwicklungen der Umweltforschung. 7. Aufl., Freiburg im Breisgau 1978, S.

<sup>2</sup> Siehe Prigogine, I. und Nicolis, G.: Die Erforschung des Komplexen. Auf dem Weg zu einem neuen Verständnis der Naturwissenschaften. München 1987.

<sup>3</sup> Siehe Müller, F. und Nielsen, S.N.: Thermodynamische Systemauffassungen in der Ökologie... S.53.

<sup>4</sup> Siehe ebenda, S.57ff.

<sup>5</sup> Siehe Schneider, E.D. und Kay, J.: Complexity and thermodynamics: Towards a new ecology. Futures 26, 1994, S.626–647.

<sup>6</sup> Siehe Müller, F. et al.: Ökosystemare Selbstorganisation. In: Fränzle, O., Müller, F. und W. Schröder (Hrsg.): Handbuch der Ökosystemforschung. 1996, Kap. III-2.4 und siehe Müller, F. et al.: Emergente Ökosystemeigenschaften. In: Fränzle, O., Müller, F. und W. Schröder (Hrsg.): Handbuch der Ökosystemforschung. 1996, Kap. III-2.5.

<sup>7</sup> Siehe Jørgensen, S.E.: Thermodynamik offener Systeme. In: In: Fränzle, O., Müller, F. und W. Schröder (Hrsg.): Handbuch der Ökosystemforschung. 1996, Kap. III-1.6, S.33.

von JÖRGENSEN formulierte Prinzip bedeutet, dass die jeweils existierende, beobachtete Struktur diejenige Ökosystem-Struktur ist, die unter den gegebenen Bedingungen die maximale Syntropie enthält. Anders ausgedrückt: Die am besten angepasste Struktur ist die mit dem höchsten Syntropiegehalt<sup>1</sup>. Die Syntropieanreicherung steht im Einklang mit der von allen genannten Prinzipien geforderten Komplexitätszunahme in selbstorganisierenden Systemen.

#### c. Prinzip der Energiefloss-Maximierung (Maximum-Power-Prinzip):

Dieses Prinzip folgt aus den beiden vorausgehenden und besagt, dass ökologische Systeme bei ihrer selbstorganisierten Entwicklung Zustände anstreben, in denen der Fluss nutzbarer Energie optimiert wird. Dies ergibt sich zum einen, weil die aufgenommene Syntropie vor ihrer Transformation im System transferiert werden muss. Diese Transfers müssen in ihrer Komplexität wachsen, wenn die strukturelle Vielfalt der Systeme zunimmt. Darüber hinaus kann aus dem Thermodynamischen Ungleichgewichtsprinzip abgeleitet werden, dass auch die Quantität der system-internen Flüsse zunehmen muss, denn mit der Degradationsfähigkeit steigt auch die Rezeptionsfähigkeit für Energieeinheiten (z.B. die für die Produktion bereitstellbare Energiemenge) und mit der Komplexität nimmt auch der Energiebedarf für die System- und Strukturerhaltung zu<sup>2</sup>.

#### d. Prinzip der Emergie-Maximierung:

Nach ODUM entspricht die Emergie der Menge solarer Energieäquivalente, die erforderlich ist, um eine bestimmte Biomasse bzw. eine bestimmte Struktur im Sinne einer „energetischen Investition“ herzustellen. Ökosysteme gewinnen mit einem erhöhten Emergie-Status durch korrespondierende, selbstverstärkende Anpassungs- und Rückkopplungsmechanismen und durch die Diversifizierung interner Flüsse auch eine verbesserte Fähigkeit zur Selbstorganisation<sup>3</sup>. Das Prinzip der Emergie-Maximierung besagt, dass ökologische Systeme bei ihrer selbstorganisierten Entwicklung Zustände anstreben, in denen die „Qualität der Energie“, repräsentiert durch die in Organismen inkorporierten solaren Energieäquivalente, optimiert wird. Emergie-Anreicherungen in biologischen Strukturen und Biomassen sind Konsequenzen dieser Entwicklungs-

tendenz<sup>4</sup>.

#### e. Prinzip der Entropie-Dissipations-Maximierung (Entropie-Produktions-Maximierung, Entropie-Maximierung):

Gemäß diesem Prinzip streben ökologische Systeme bei ihrer selbstorganisierten Entwicklung Zustände an, bei denen aufgrund der wachsenden Komplexität, die eine hohe Syntropiemenge zur Strukturerhaltung erforderlich macht, die Gesamtmenge dissipierter Energie, also die Gesamt-Entropie-Produktion, zunimmt<sup>5</sup>.

#### f. Prinzip der Dissipations-Steigerungs-Minimierung:

Dieses besagt, dass ökologische Systeme im Laufe ihrer selbstorganisierten Entwicklung Zustände anstreben, bei denen die langfristige Zunahme der dissipierten Energie (und der produzierten Entropie) von einem Stadium zum nächsten minimiert wird. Diese Entwicklung beruht auf der asymptotischen Annäherung der Zustandsvariablen an das Stadium der Maturität, das in allen Systemen (individuell) durch die unterschiedliche Ausstattung mit Standortfaktoren einschränkend auf die Entwicklung wirkt<sup>6</sup>.

#### g. Prinzip der spezifischen Entropie-Produktions-Minimierung:

Ökologische Systeme streben bei ihrer selbstorganisierten Entwicklung Zustände an, in denen die Gesamtentropieproduktion auf immer mehr irreversible Einzelprozesse verteilt wird. Diese Prozesse werden gleichzeitig im Entwicklungsverlauf immer besser aufeinander abgestimmt, sodass die auftretenden Verluste bei stofflichen oder energetischen Übergängen immer geringer werden. Hiermit sinkt die einzelprozessbezogene (spezifische) Entropieproduktion stetig ab. Die relative Menge an Verlusten (Verluste in Relation zur Zahl beteiligter Elemente bzw. Prozesse) wird damit im Entwicklungslauf immer geringer. Das System bewahrt zugeführte Stoffe und Energieeinheiten zunehmend in internen Flüssen und Speichern, wodurch die Effizienz des Gesamtsystems steigt<sup>7</sup>.

Diese Hypothesen zusammenfassend, kann aus der thermodynamischen Ökosystemtheorie folgende allgemein formulierte Entwicklungsstrategie von Ökosystemen skizziert werden: Biologische Systeme stellen eine Vielzahl ineinander verschachtelter Subsysteme dar, die ihrerseits wieder Teile einer Hierarchie übergeordneter

<sup>1</sup> Siehe ebenda.

<sup>2</sup> Siehe Siehe Müller, F. und Nielsen, S.N.: Thermodynamische Systemauffassungen in der Ökologie... S.58.

<sup>3</sup> Siehe Odum, H.T.: Systems ecology. New York 1983 und Odum, H.T.: Maximum power and efficiency: A rebuttal. In: Ecological Modelling, 1983, vol. 20, S.71-82.

<sup>4</sup> Siehe Odum, H.T.: Systems ecology. New York 1983 und Patten, B.C.: Energy, emergy and environs. In: Ecological Modelling 1992, vol. 62, S.29-70.

<sup>5</sup> Siehe Siehe Müller, F. und Nielsen, S.N.: Thermodynamische Systemauffassungen in der Ökologie... S.58.

<sup>6</sup> Siehe ebenda.

<sup>7</sup> Siehe ebenda sowie Weber et al.: Evolution in thermodynamic perspective : An ecological approach. In: Biology and Philosophy 1989, vol. 4, S.373-405.

Supersysteme sind. Zwischen diesen Hierarchieebenen finden energetische Austauschreaktionen statt: Das jeweilige Subsystem erhält aus der oberen Integrationsebene einen Input von Syntropie, der in bestimmten Ausmaßen durch interne Prozesse transformiert wird, wobei Entropie entsteht. Diese nicht mehr verwertbare Energie wird im Anschluss wieder an die Supersysteme abgegeben. Die oberen Ebenen erhalten also Entropie-Importe von den unteren Hierarchiestufen. Um dauerhaft zu bestehen bzw. den Zustand des Steady State zu erreichen, muss auf jedem Hierarchieniveau ein Fließgleichgewicht bestehen, bei dem die dissipierte Energiemenge geringer sein muss als die Summe der importierten Syntropie. Für die Biosphäre ist diese thermodynamische Nachhaltigkeits-Charakteristik leicht erfüllbar, weil mit der Sonneneinstrahlung ein stetiger Strom verfügbarer Syntropie importiert wird<sup>1</sup>.

Während die Biosphäre ein materiell (fast) geschlossenes, energetisch aber offenes System ist, sind Gesellschaften sowohl materiell als auch energetisch offene Systeme<sup>2</sup>. Es bleibt zu prüfen, inwieweit Leitlinien bzw. Elemente aus der thermodynamischen Sichtweise ökologischer Entwicklungsstrategien hinsichtlich einer Koevolution von natürlichen und sozioökonomischen Systemen genutzt oder angepasst werden können. Dabei soll das Hauptaugenmerk auf die Untersuchung entropischer Prozesse in der Wirtschaft gerichtet werden, wobei in einem nächsten Schritt insbesondere Möglichkeiten einer Kopplung mit entropischen Prozessen des Natursystems zu suchen sind.

Die Sichtweise, wonach Wirtschaftssysteme als entropisch

aufgefasst werden, geht auf GEORGESCU-ROEGEN<sup>3</sup> zurück und bedeutet den Einbezug zweier Größen in die Ökonomie, die bisher kaum Beachtung fanden: Natur und Zeit. Der wirtschaftliche Prozess ist in die Natur über die Inputseite (Entnahme von Rohstoffen) und über die Outputseite (Abgabe von Abfällen) eingebunden. Wirtschaftliche Vorgänge können als Transformationsprozesse aufgefasst werden, bei denen im Produktionsvorgang Rohstoffe in konsumierbare Güter umgewandelt und diese durch den Konsum zu Abfällen werden. Aus thermodynamischer Sicht ist der Wirtschaftsprozess die irreversible Umwandlung von Syntropie (Rohstoffe aus der Natur) in Entropie (Abfälle). Jedes produzierte Gut erhöht die Gesamtentropie auf der Erde, d.h. mit dem wirtschaftlichen Prozess erfolgt gleichzeitig eine ständige irreversible „Entwertung“ der Natur<sup>4</sup>.

Die Wirtschaft muss als offenes System betrachtet werden, das ohne die ständige Zufuhr von Syntropie (Energie und Materie) aus seiner Systemumgebung, welche dem Supersystem Natur gleichzusetzen ist, nicht aufrechterhalten werden kann. Wertschöpfung und Produktivität sind existentiell in das natürliche System eingebettet, indem sie einer ständigen Versorgung mit Syntropie bedürfen. Dabei stehen zwei unterschiedliche Syntropie-Quellen zur Verfügung<sup>5</sup>:

- *die natürlichen Ressourcen der Erde und*
- *der Energiezufluss von der Sonne.*

Bei der wirtschaftlichen Nutzung von natürlichen Ressourcen der Erde muss zwischen erneuerbaren und nichterneuerbaren unterschieden werden. Die nicht-erneuerbaren Ressourcen (z.B. Erdöl, Erdgas, Kohle usw.) sind

<sup>1</sup> Siehe Müller, F. und Nielsen, S.N.: Thermodynamische Systemauffassungen in der Ökologie... S.55.

<sup>2</sup> Siehe Daly, H.: Die Gefahren des freien Handels. In: Spektrum der Wissenschaft, Januar 1994, S.40-46.

<sup>3</sup> Siehe Georgescu-Roegen, ?: The Entropy Law and the Economic Process. 1971.

<sup>4</sup> Siehe Binswanger, M.: Die Irreversibilität entropischer Prozesse in der Ökonomie... S.94, 97.

<sup>5</sup> Siehe ebenda, S.95.

eine Stock- oder Bestandesgröße, d.h. über ihre Nutzung kann innerhalb der Zeit vollständig verfügt werden. Es handelt sich dabei um Syntropie-Reservoir, die über mehrere hundert Millionen Jahre angelegt wurden. Über enorm weite Zeitspannen wurden langsam und stetig winzige Mengen an Sonnensyntropie gespeichert. Der Verbrauch dieser Reservoirs hob die Beschränkung der menschlichen Aktivität auf das tägliche Syntropie-Einkommen der Sonne auf und ermöglichte den wirtschaftlichen Aufschwung und die rasche Entwicklung der Industrieländer nach Ende des Zweiten Weltkrieges<sup>1</sup>. Dass diese Syntropie-Reservoirs jedoch endlich und erschöpfbar sind, ist unbestritten, wenngleich mit der wissenschaftlichen Entdeckung und Erschließung andersartiger Syntropiequellen (z.B. Uran) Möglichkeiten der Substitution gesucht werden und so die Erschöpfung einer Ressource zu kompensieren versucht wird (Backstop-Technologien)<sup>2</sup>. Wie begrenzt die Ressourcen der Erde aber letztendlich sind, bringt DALY in einem Vergleich zum Ausdruck: Nach Schätzungen würden sie nur soviel Energie liefern wie die Sonne innerhalb weniger Wochen<sup>3</sup>.

Die erneuerbaren Ressourcen (z.B. Biomasse) sind z.T. Stockgröße und z.T. Flow-Größe, da sie durch die ständige Zufuhr von Sonnen-Syntropie in natürlichen Kreislaufprozessen erneut hergestellt werden. Das Ausmaß ihrer Nutzung im wirtschaftlichen Prozess ist abhängig vom jeweiligen Regenerationspotential der Ressource. Erfolgt die Nutzung über ein bestimmtes Maß hinaus, so kann der Verlust von der Natur nicht mehr ausgeglichen werden. Die Nutzungsintensität erneuerbarer Ressourcen ist daher an der Flow-Größe, nicht aber an der Stock-Größe zu orientieren<sup>4</sup>.

Die Sonnenenergie kann aus menschlicher Perspektive als unerschöpfliche Quelle betrachtet werden, da sie nach Schätzungen noch weitere fünf bis sechs Millionen Jahre strahlen wird. Sie stellt eine Flow-Größe dar, d.h. zu einem bestimmten Zeitpunkt kann nicht mehr Sonnenenergie auf Kosten eines späteren Zeitpunktes verwendet werden. Mit dem ständigen Zufluss von Sonnen-Syntropie kann sich die Erde insgesamt in einem Zustand fern vom thermodynamischen Gleichgewicht halten, da die systemeigene Entropieerhöhung ausgeglichen wird. Diese permanente Quelle hochwertiger Energie ermöglichte erst den aufbauenden Evolutionsprozess auf der Erde und die Einrichtung von ökologischen Kreisläufen, bei denen ausschließlich verwertbare Abfallprodukte entstehen, die der Natur erneut als Produktionsgrundlage zur Verfügung stehen. Die natürlichen Kreisläufe benötigen ein Minimum an Energieinput und halten die Entropieerhöhung der Umgebung so gering wie möglich<sup>5</sup>.

Aber nun von der Inputseite des wirtschaftlichen Prozesses zur Outputseite. Im Zuge der Wertschöpfung und des Konsums entstehen Abfälle (Entropie), die keiner weiteren Verwendung mehr zugeführt werden können. Selbst die Rezyklierung dieser Abfälle, die allerdings nur in beschränktem Umfang möglich ist, ist wieder ein Prozess, der Syntropie verbraucht und Entropie erzeugt. Es erfolgt eine ständige irreversible Entwertung der Natur, die drei Aspekte umfasst, nämlich entwertete Materie (Abfall), entwertete Energie (Abwärme) und entwertete Information (ökologischer Informationsverlust)<sup>6</sup>.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass jede wirtschaftliche Aktivität die Zufuhr von Syntropie von außen in das Wirtschaftssystem erfordert, die irreversibel

<sup>1</sup> Siehe Haber, W.: Ökologischer Grundlagen des Umweltschutzes. Bonn 1993, S.63.

<sup>2</sup> Siehe Dürr, H.-P.: Die Zukunft ist ein unbetteter Pfad. Bedeutung und Gestaltung eines ökologischen Lebensstils. Freiburg i. Br. 1995, S.72f.

<sup>3</sup> Siehe Daly, H.: Steady State Economics. San Francisco 1977, S.22.

<sup>4</sup> Siehe Binswanger, M.: Die Irreversibilität entropischer Prozesse in der Ökonomie... S.96.

<sup>5</sup> Siehe ebenda, S.95.

<sup>6</sup> Siehe ebenda, S.100.

in Entropie umgewandelt wird. Durch den starken Verbrauch nicht-erneuerbarer Ressourcen und die Umweltzerstörung nimmt die Entropie in der Umwelt ständig zu. Die zentrale Herausforderung besteht daher darin, das Wirtschaftssystem derart weiterzuentwickeln, dass die Handlungsmöglichkeiten der künftigen Generationen nicht eingeschränkt und der Evolutionsprozess des Lebens zu höheren Formen nicht gefährdet werden. Dies kann nur dadurch erreicht werden, indem die Wirtschaftsweise auf die Nutzung der Sonnenenergie und erneuerbaren Ressourcen ausgerichtet wird. Nur eine solche, auf den täglich einfallenden Syntropie-Zufluss der Sonne ausgerichtete Wirtschaftsweise kann als nachhaltig bezeichnet werden. Es kommt also darauf an, den menschlichen Energiebedarf wieder so in das von der Sonne kommende Energiegefälle einzubetten, wie es die Grundlage des allgemeinen Evolutionsgeschehens bis heute war. Der Kern dieser Lösungsperspektive besteht nach ALTNER darin, dass die Geschlossenheit des Nutzungssystems Erde zur Sonne hin geöffnet wird<sup>1</sup>.

Was die Outputseite des Wirtschaftsprozesses betrifft, so muss die Zielsetzung dahingehen, Abfälle weitestgehend zu vermeiden bzw. zu reduzieren. DÜRR nennt hierfür drei Strategien<sup>2</sup>:

- *Beschränkung auf Produktionsweisen, welche auf Ressourcen mit Entsorgungsschwierigkeiten ganz verzichten;*
- *Steigerung der Effizienz bei der Nutzung der Ressourcen;*
- *weitgehende Schließung des materiellen Produktionskreislaufes, wobei jedoch darauf zu achten ist, dass durch den dabei notwendigen höheren Einsatz an hochgeordneter Energie (Syntropie) dieser Gewinn nicht durch Abfall an anderer Stelle wieder zunichte gemacht wird.*

### 3.3.1.2 Evolution und Fristigkeit

Aus biologischer Sicht bedeutet Nachhaltigkeit das Überleben, Reproduzieren und Sich-Höher-Entwickeln über die Zeitdimension<sup>3</sup>. Nachhaltigkeit betrifft also immer Zeitlichkeit (Fristigkeit) bzw. Langlebigkeit. Wie ist diese aber bezüglich natürlicher Systeme definiert? Ecosystem Sustainability kann nicht den ewigen Fortbestand eines Ökosystems bzw. ein Nicht-Sterben bedeuten, denn dies würde im Widerspruch zu den natürlichen, beobachtbaren Entwicklungs- und Veränderungsprozessen stehen, die entweder intern (z.B. Veränderungen im genetischen Material) oder extern (z.B. klimatische Veränderungen) bedingt sein können. In dieser Frage konstatieren COSTANZA und PATTEN eine raum-zeitliche Skalenabhängigkeit der Lebensdauer von Systemen (Abb. 14). So besitzt etwa eine Zelle in einem Organismus eine relativ kürzere Lebensdauer, ein einzelner Organismus lebt wiederum kürzer als eine Population und diese hat wieder eine kürzere Lebensdauer als der Planet, auf dem sie lebt. Die erwartete Lebensspanne eines Systems korreliert also mit deren Einbettung in die Systemhierarchie (siehe Kap. 3.2.1.3). Würde etwa ein Subsystem ewig leben, so könnten keine evolutionären Anpassungsprozesse im hierarchisch höher angesiedelten System stattfinden. Tod und Absterben sind daher erforderlich, um Leben zu erhalten<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Siehe Altner, G.: Technisch-industrieller Fortschritt. Seine Orientierung an Grundsätzen und Perspektiven von Natur und Naturgeschichte. In: Zwierlein, E. (Hrsg.): Natur als Vorbild. Was können wir von der Natur zur Lösung unserer Probleme lernen? Philosophisches Forum Universität Kaiserslautern Bd. 4, Idstein 1993, S.14f.

<sup>2</sup> Siehe Dürr, H.-P.: Die Zukunft ist ein unbretterter Pfad. Bedeutung und Gestaltung eines ökologischen Lebensstils. Freiburg i. Br. 1995, S.79.

<sup>3</sup> Siehe Costanza, R. und Patten, P.C.: Defining and predicting sustainability. In: Ecological Economics. 1995, vol. 15, S.193.

<sup>4</sup> Siehe ebenda, S.195f.

Auf jeder einzelnen Skala (Organisationsebene) gibt es Evolution, seien es Atome, die evolvieren, oder Moleküle, Taufliegen, Instinktmuster, Galaxien usw. Das organisierte System bildet dabei stets eine Ganzheit<sup>2</sup>. Der Evolutionsgedanke umfasst im allgemeinen zwei Aspekte: Zum einen führt er die Vielgestaltigkeit der Welt auf einen Ursprung zurück, d.h. alle Formen des Lebens entstammen einer gemeinsamen Urform. Zum anderen besagt er, dass Neuerungen nicht nur einmalig zum Beginn der Erde und des Lebens auftraten, sondern in einem schöpferischen Prozess immer wieder hervorgebracht werden. Aber nicht nur in der biologischen Evolution, sondern auch in humanen Systemen bestimmen die zu einem bestimmten Zeitpunkt auftretenden Veränderungen die gesamte zukünftige Entwicklung. Insbesondere im wissenschaftlichen, technischen und ökonomischen Bereich nimmt der Ausstoß an Neuerungen und die damit verbundene Entwicklungsgeschwindigkeit unserer Lebenswelt ständig zu<sup>3</sup>.

Das Erscheinen des Menschen in der biologischen Evolution hat die „Kultur“ als neuartige Größe in die Biosphäre eingebracht. Seither wird die biologische Evolution von einer kulturellen Evolution begleitet und von dieser in zunehmendem Maße überformt<sup>4</sup>. Grundsätzlich sind vier deutliche Unterschiede zwischen der Evolution in Natursystemen und der in Humansystemen zu nennen:

#### a. Übertragungsweise von Information:

*Bei der biologischen Evolution erfolgt die Übertragung von Information fast ausschließlich vertikal, d.h. sie wird von Trägerindividuen auf deren Nachkommen weitergegeben. Dabei sind nur minimale Änderungen der zu übertragenden Information zugelassen. Bei der kulturellen Evolution dagegen kann Information auch horizontal, d.h.*

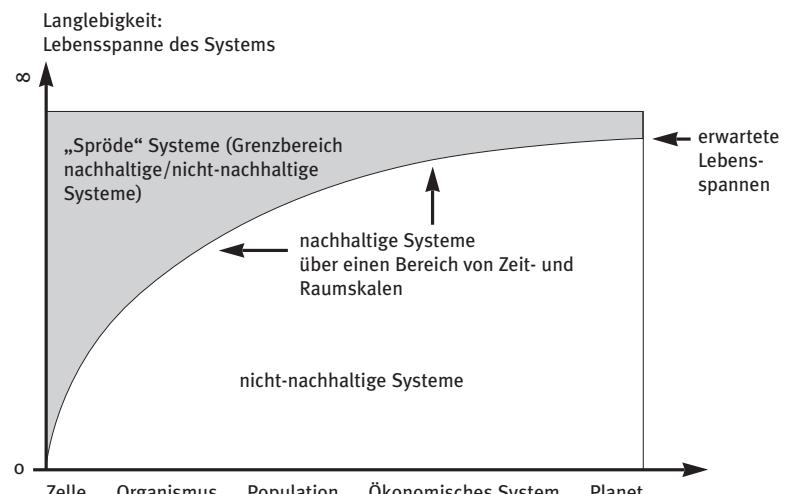


ABB. 14: NACHHALTIGKEIT ALS SKALENABHÄNGIGES KONZEPT<sup>1</sup>

*zwischen gleichaltrigen und nicht verwandten Individuen ausgetauscht werden. Dabei unterliegt dieser Prozess keiner Beschränkung der Wiedergabetreue: Die Information kann sowohl unverändert als auch verändert weitergegeben werden<sup>5</sup>.*

#### b. Zeitversetzung bei der Entstehung einer Neuerung:

*Aus neuerer Systemsicht wird die Entstehung einer Veränderung als Ergebnis der dem Leben innewohnenden Tendenz gesehen, Neues zu erschaffen<sup>6</sup>. Erst nachher erweist es sich, ob diese Neuerung vorteilhaft oder doch wenigstens ohne Nachteil ist. In diesem Fall hat sie gute Voraussetzungen, im Selektionsprozess nachfolgender Generationen erhalten zu bleiben, andernfalls geht sie verloren. Demgegenüber kann bei der kulturellen Evolution eine Neuerung gezielt erfolgen, weil die Konsequenzen verschiedener möglicher Neuerungen vom Konstrukteur gegeneinander abgewogen werden können, noch ehe eine davon realisiert ist. Eine Auswahl findet damit bereits vor der Realisierung statt. Der Prozess ist somit nicht grundsätzlich verschieden von der biologischen Evolution. In beiden Fällen spielt Selektion eine entscheidende Rolle. Nur erfolgt sie in der biologischen Evolution ausschließlich nach, in der kulturellen Evolution zum Teil aber bereits vor dem physischen Auftreten einer Neuerung<sup>7</sup>.*

#### c. Kombination verschiedener Informationsträger:

*Bei der biologischen Evolution kann an jedem Schritt nur*

<sup>1</sup> Quelle: ebenda, S.194.

<sup>2</sup> Siehe Sheldrake, R.: Das Gedächtnis der Natur. Das Geheimnis der Entstehung der Formen in der Natur. Bern, München, Wien 1990, S.345.

<sup>3</sup> Siehe ebenda, S.330f.

<sup>4</sup> Siehe Haber, W.: Ökologische Grundlagen des Umweltschutzes. Bonn 1993, S.58.

<sup>5</sup> Siehe Ribi, G.: Von der biologischen zur kulturellen Evolution? In: Interdisziplinäre Vortragsreihe der ETH Zürich: Auf der Suche nach dem ganzheitlichen Augenblick. Der Aspekt Ganzheit in den Wissenschaften. Zürcher Hochschulforum. Band 19. Zürich 1992, S.144.

<sup>6</sup> Dementsprechend stellen Systembiologen das Genom als selbstorganisierendes Netzwerk dar, das imstande ist, neue Ordnungsformen spontan zu erzeugen. Siehe Capra, F.: Lebensnetz. Ein neues Verständnis unserer Welt. Bern, München, Wien 1996, S.258.

<sup>7</sup> Siehe Ribi, G.: Von der biologischen zur kulturellen Evolution? ... S.144.

eine bestimmte Anzahl von ähnlichen Einheiten (normalerweise zwei Individuen der gleichen Art) beteiligt sein, was zu einer konservativen Entwicklung führt. Beide Beschränkungen, diejenige der Anzahl der beteiligten Informationsträger als auch deren Ähnlichkeit, entfallen bei der kulturellen Evolution. Hier können im Prinzip beliebig viele Einheiten von beliebiger Ähnlichkeit (oder Unähnlichkeit) zu einem neuen Ganzen zusammengefügt werden<sup>1</sup>.

**d. Evolutionsgeschichtlicher Energieumsatz:**

Jeglicher Austausch der Organismen mit ihrer Umwelt, die Entfaltung und Bewegung alles Lebendigen beruht auf Energieumwandlung und Stoffwechselprozessen. In der biologischen Evolution kommt es mit zunehmender Höherentwicklung (Komplexitätssteigerung) einzelner Muster und Ordnungen zu einer immer effizienteren Energienutzung, wobei immer mehr Wirkungskraft erzielt wird. So sind etwa die allerersten Muster und Bewegungen auf der Erde aus atomarer Spaltungsenergie hervorgegangen. Millionenfach kleiner war bereits der Energieaufwand, um Moleküle durch das Schließen chemischer Bindungen zu bilden. Noch kleiner ist die benötigte Energiemenge zum Aufbau von Eiweißmolekülen usw. Das menschliche Gehirn schließlich produziert eine Vielzahl von Mustern mit sehr geringem Energieaufwand<sup>2</sup>. Die energetische Optimierung besteht aber nicht nur in der aufgenommenen Energiemenge, sondern auch in der stoffwechselphysiologischen Verwertung von Energie und Materie. Diese hat nach ROTH mit dem Aufkommen des aeroben (sauerstoffverbrauchenden) Energiestoffwechsels einen maximalen Wirkungsgrad erreicht<sup>3</sup>. Eine energetische Betrachtung der kulturellen Evolutionsgeschichte zeigt hingegen den umgekehrten Weg. Der Mensch verbraucht für die Produktion seiner Muster immer mehr Energie und produziert laufend mehr Abwärme. Die Prozesse und Strukturen der Produktion, Technologie, Verwaltung, Verteidigung und Forschung sind durch einen ständig steigenden Energieumsatz bestimmt<sup>4</sup>.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in der biologischen Evolution nur graduelle Veränderungen des bereits Bestehenden, aber keine Diskontinuitäten auftreten. Sie verläuft unvergleichlich langsamer als die kulturelle Evolution und ist nicht auf ein bestimmtes Ziel

hin ausgerichtet. Humansysteme können hingegen sehr rasch und zielgerichtet verändert werden, weil durch Folgenabschätzung zwischen mehreren verschiedenen Gestaltungsvarianten ausgewählt werden kann. Es können Systemveränderungen und -entwicklungen herbeigeführt werden, die keinem evolutionären Fitness-Test unterworfen werden müssen<sup>5</sup>. Diese Möglichkeiten bringen große Risiken mit sich, v.a. weil nicht-nachhaltige Entwicklungsrichtungen in gesellschaftlichen, technischen, wirtschaftlichen Systemen a) überhaupt ausgewählt und b) mit großer Geschwindigkeit verfolgt werden können. Sie bergen aber auch die Chance einer bewusst und aktiv gestalteten Trendumkehr im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung in sich. Anhand der Leitwerte der Lebensfähigkeit von Systemen nach BOSSEL werden in den nächsten Kapiteln Kriterien für eine Koevolution von Natur- und Humansystemen erarbeitet.

### 3.3.2 Leitwerte der Lebensfähigkeit von Systemen nach H. BOSSEL

Die von Hartmut BOSSEL definierten Leitwerte stellen jene grundlegenden Erfordernisse dar, die für jedes System – sei es ein gesellschaftliches, ein wirtschaftliches oder ein Ökosystem (z.B. eine Familie, ein betriebliches Unternehmen oder ein Waldökosystem) – erfüllt sein müssen, damit es bestehen und sich entwickeln kann. Diese Leitwerte sind: Existenz, Wirksamkeit, Handlungsfreiheit, Sicherheit, Wandlungsfähigkeit, Koexistenz,

<sup>1</sup> Siehe ebenda.

<sup>2</sup> Siehe Bresch, C.: Zwischenstufe Leben. München 1977 und Markl, H.: Ökologische Grenzen und Evolutionsstrategie Forschung. In: Forschung, Mitteilungen der DFG, 3, 1980, S.VI.

<sup>3</sup> Siehe Roth, G.: Selbstorganisation – Selbsterhaltung – Selbstreferentialität: Prinzipien der Organisation der Lebewesen und ihre Folgen für die Beziehung zwischen Organismus und Umwelt. In: Dress, A., Hendrichs, H. und G. Küppers (Hrsg.): Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft. München 1986, S.150.

<sup>4</sup> Siehe Zellentin G.: Die Bedürfnisse des Menschen und die Möglichkeiten der Natur. Reflexionen über ökonomische und ökologische Perspektiven für die Zukunft. In: Ziele für die Zukunft – Entscheidungen für morgen: 19. Hochschulwoche für Politische Bildung, 22.–28.10.1981 (hrsg. v. d. Landeszentrale für Politische Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen), Köln 1982, S.326f.

<sup>5</sup> Siehe Bossel, H.: Selbstorganisation, Leitwerte, Leitbilder und Nachhaltige Entwicklung. In: Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr (Hrsg.): Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaft. Theorien und Modelle. Wien 1998, S.57.

Reproduktion und psychologische Bedürfnisse. Die Lebensfähigkeit von Systemen ist nur dann gegeben, wenn jeder einzelne Leitwert Berücksichtigung findet und wenigstens bis zu einem gewissen Minimum erfüllt ist<sup>1</sup>.

Aufgrund der allgemeinen Gültigkeit der Leitwerte für unterschiedlichste Systemarten aus Natur und Gesellschaft können sie als Grundlage für die Erarbeitung von Kriterien für eine Koevolution von Natur- und Humansystemen herangezogen werden. Hierfür werden die Konkretisierungen der Leitwerte von BOSSEL auf den Humanbereich durch MAX-NEEF und auf den Naturbereich durch MÜLLER und FATH (siehe Kap. 3.3.2.3) in allgemein gültige Bedingungen für die Koevolution von Natur- und Humansystemen übersetzt (siehe Kap. 3.3.3).

### 3.3.2.1 Eigenschaften und Bedeutung der Leitwerte

Wie eingangs erwähnt, stellen die Leitwerte jene fundamentalen Erfordernisse eines Systems dar, die sein Bestehen in seiner spezifischen Umwelt gewährleisten. Jeder Leitwert steht für eine ganz bestimmte, einzigartige Systemanforderung, die wenigstens zu einem gewissen Minimum erfüllt sein muss, andernfalls ist die Systemlebensfähigkeit nicht gegeben. Insgesamt wird die Entwicklung eines Systems durch jenen Leitwert beschränkt, der relativ zu den anderen Leitwerten am schlechtesten erfüllt ist (Analogie zu Liebigs „Gesetz des Minimums“). Nur wenn eine gewisse Minimalerfüllung jedes einzelnen

Leitwertes garantiert ist, kann die Systemzufriedenheit durch ein weiteres Verbessern der Erfüllung einzelner Leitwerte erhöht werden. Leitwerte sind nicht substituierbar, d.h. eine unzureichende oder Nicht-Erfüllung eines Leitwertes kann nicht durch eine Maximal-Erfüllung eines anderen Leitwertes kompensiert werden. Ein System, das im gesamten betrachtet die Leitwerte besser erfüllt, hat auch die bessere Eignung („Fitness“) und damit eine bessere Chance für langfristiges Überleben bzw. für eine nachhaltige Entwicklung<sup>2</sup>.

Von wesentlicher Bedeutung ist, dass die Leitwerte der Lebensfähigkeit von Systemen völlig unabhängig von einer bestimmten ethischen Fundamentierung ermittelt wurden<sup>3</sup>. In einem Animat-Versuch<sup>4</sup> konnte nachgewiesen werden, dass das Bestreben nach Leitwerterfüllung ein objektives Erfordernis und Kennzeichen aller sich selbstorganisierenden Systeme darstellt. Leitwerte sind daher keine subjektiven Erfindungen des Menschen (und daher auch nicht mit Werten im gesellschaftlichen Sinne vergleichbar), sondern objektive Konsequenzen von Selbstorganisationsprozessen, die als adäquate Antwort auf spezifische Systemumwelteigenschaften ablaufen<sup>5</sup>.

Die Lebensfähigkeit ist nicht nur vom jeweiligen System selbst, sondern auch von der Systemumwelt abhängig. Die Leitwerte lassen sich insofern von Systemumwelten ableiten, als „ein System in seiner Umwelt nur dann existieren und gedeihen kann, wenn es seine Struktur und seine Funktionen dieser Umwelt anpasst sowie sein Verhalten an ihr orientiert“<sup>6</sup>. Alle Systemumwelten der Erde sind gekennzeichnet durch sechs fundamentale, allgemeine Umwelteigenschaften:<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende ... S.115.

<sup>2</sup> Siehe ebenda, S.114ff.

<sup>3</sup> Bossel, H., mündliche Mitteilung am 23.03.1999.

<sup>4</sup> Computerexperiment, in dem das Verhalten (Anpassung und Lernen) eines künstlichen Tiermodells (=Animat) in einer simulierten Umwelt, die Nahrung und Hindernisse enthält, untersucht wurde. Siehe Krebs, F. und Bossel, H.: Emergent value orientation in self-organization of an animat. In: Ecological Modelling 1997, vol. 96, 143–164.

<sup>5</sup> Siehe ebenda, S.162.

<sup>6</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende ... S.107.

<sup>7</sup> Siehe Bossel, H.: Selbstorganisation, Leitwerte, Leitbilder und Nachhaltige Entwicklung. In: Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr (Hrsg.): Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaft. Theorien und Modelle. Wien 1998, S.56 sowie Bossel, H.: Globale Wende ... S.107f. In letzterem Werk hat Bossel diese Umwelteigenschaften anhand dreier Systeme – ein Waldökosystem, ein Industriebetrieb und eine Familie in der Großstadt – erläutert.

- **Normalzustand der Umwelt:**

*Der Umweltzustand schwankt in gewissen Grenzen um einen Normalzustand, auf den das System eingestellt sein muss. Dieser Normalzustand ist der häufigste und wahrscheinlichste Umweltzustand für das System.*

- **Ressourcenknappheit:**

*Die für die Funktion und Entwicklung eines Systems lebensnotwendigen Ressourcen (Energie, Materie, Information) sind nur begrenzt, verstreut und zeitlich und räumlich ungleich verteilt verfügbar.*

- **Umweltvielfalt:**

*Die Umwelt bietet meist eine große, in Zeit und Raum stark veränderliche Vielfalt von Bedingungen, Gestalten, Mustern, Systemen.*

- **Umweltunsicherheit:**

*Der Umweltzustand kann z.T. starke, meist zufällige Schwankungen um seinen Normalzustand zeigen.*

- **Umweltwandel:**

*Die Systemumwelt ist nicht statisch, sondern entwickelt sich u.a. in Koevolution der beteiligten Systeme. Im Lauf der Zeit kann sich der normale Umweltzustand allmählich oder plötzlich in einen dauerhaften anderen Normalzustand verändern.*

- **Andere Systeme:**

*Im allgemeinen findet ein System in einer Umwelt noch andere Systeme vor, die seine Umweltbedingungen und die Systementwicklung verändern können.*

Jede dieser Umwelteigenschaften ist für sich einzigartig und kann nicht durch eine Kombination anderer Grund-eigenschaften ersetzt werden. Soll eine Systemumwelt vollständig beschrieben werden, muss über jede der sechs Grundeigenschaften eine Aussage getroffen werden<sup>1</sup>. Aus diesen Umwelteigenschaften erwachsen dem System „Zwänge“, nach denen es seine Struktur, seine Funktionen und sein Verhalten ausrichten muss, um in seiner spezifischen Umwelt erfolgreich bzw. entwicklungsfähig sein zu können. Jede der sechs Umwelteigenschaften konfrontiert das System mit speziellen Anforderungen. Diese

allgemeinen Orientierungen der Systementwicklung bezeichnet BOSSEL als Leitwerte bzw. Orientoren<sup>2</sup>.

### 3.3.2.2 Inhaltliche Bestimmung der Leitwerte

Nachfolgend werden die von BOSSEL ermittelten sechs Leitwerte (Existenz, Wirksamkeit, Handlungsfreiheit, Sicherheit, Wandlungsfähigkeit, Koexistenz), die für alle autonomen selbstorganisierenden Systeme gelten, sowie drei Leitwerte (Reproduktion, psychologische Bedürfnisse, ethisches Grundprinzip), die für selbsterzeugende, empfindungsfähige und bewusste Systeme charakteristisch sind, kurz erläutert<sup>3</sup>.

Leitwerte für autonome, selbstorganisierende Systeme (systemumweltbedingte Leitwerte):

- **Existenz**

*Der Leitwert Existenz bedeutet, dass „das System dem Normalzustand der Systemumwelt angepasst sein muss und in ihm überleben kann. Die Ressourcen (Energie, Materie, Information), die das System zum Überleben benötigt, müssen vorhanden sein“<sup>4</sup>. Er impliziert damit auch, dass die Versorgung des Systems innerhalb seiner Umwelt sichergestellt sein muss. Der Leitwert Existenz ist eine Antwort auf die Umwelteigenschaft des Normalzustands der Umwelt<sup>5</sup>.*

- **Wirksamkeit**

*Der Leitwert Wirksamkeit besagt, dass „das System in seiner Umwelt zurechtkommen und sich die notwendigen Ressourcen (Energie, Materie, Information) beschaffen können muss, wobei langfristig gesehen der Aufwand den Erfolg nicht übersteigen darf“<sup>6</sup>. Das System muss befähigt*

<sup>1</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende ... S.110.

<sup>2</sup> Siehe ebenda, S.107. Es sei darauf hingewiesen, dass der auf den Leitwerten aufbauende Indikatorenansatz in dieser Studie außer Acht gelassen wird.

<sup>3</sup> Siehe ebenda, S.106-121.

<sup>4</sup> Siehe ebenda, S.114.

<sup>5</sup> Siehe Bossel, H.: Selbstorganisation, Leitwerte, Leitbilder und Nachhaltige Entwicklung ... S.56.

<sup>6</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende ... S.114.

Seite 89:

<sup>1</sup> Siehe Bossel, H.: Selbstorganisation, Leitwerte, Leitbilder und Nachhaltige Entwicklung ... S.56.

<sup>2</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende ... S.114.

<sup>3</sup> Siehe Bossel, H.: Selbstorganisation, Leitwerte, Leitbilder und Nachhaltige Entwicklung ... S.56.

<sup>4</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende ... S.114.

*sein, sich Ressourcen aus der Systemumwelt (langfristig) effizient zu beschaffen, sodass der dafür benötigte Aufwand innerhalb vertretbarer Ausmaße bleibt. Der Leitwert Wirksamkeit ist eine Antwort auf die Umwelteigenschaft Ressourcenknappheit<sup>1</sup>.*

- **Handlungsfreiheit**

*Der Leitwert Handlungsfreiheit besagt, dass „das System auf die vielfältigen Anforderungen der Umwelt durch Wahl angemessener Reaktionen reagieren können muss“<sup>2</sup>. Das System muss mit einer Vielzahl unterschiedlicher Situationen kompetent umgehen können, d.h. es müssen entsprechende Verhaltensweisen verfügbar sein. Der Leitwert Handlungsfreiheit ist eine Antwort auf die Umwelteigenschaft Umweltvielfalt<sup>3</sup>.*

- **Sicherheit**

*Unter dem Leitwert Sicherheit ist zu verstehen, dass „sich das System vor unvorhersehbaren und potentiell gefährlichen Schwankungen der Umwelt schützen können muss“<sup>4</sup>. Das System muss auch bei gelegentlichen unerwarteten und ungewöhnlichen Ereignissen (Bedingungen) funktionieren können. Der Leitwert Sicherheit ist eine Antwort auf die Umwelteigenschaft Umweltunsicherheit<sup>5</sup>.*

- **Wandlungsfähigkeit**

*Der Leitwert Wandlungsfähigkeit bedeutet, dass „das System auf dauerhaften Umweltwandel durch Lernen, Anpassung und Selbstorganisation angemessen reagieren können muss“<sup>6</sup>. Dieser Leitwert betrifft das Verhalten des Systems hinsichtlich langfristiger, dauerhafter Veränderungen und nicht kurzfristiger (wie im Leitwert Sicherheit). Damit sich ein System gemeinsam mit seiner wandelnden Umwelt weiterentwickeln und mit ihr koevolvieren kann, muss es seine Systemstruktur verändern können. Wandlungsfähigkeit ist eine Antwort auf die Umwelteigenschaft Umweltwandel<sup>7</sup>.*

- **Koexistenz**

*Unter dem Leitwert Koexistenz ist zu verstehen, dass „das System auf Vorhandensein und Verhalten anderer Systeme in seiner Umwelt „vernünftig“ reagieren muss“<sup>8</sup>. Um ein gemeinsames Bestehen verschiedener Systeme im Kontext miteinander zu ermöglichen, müssen nicht nur die system-eigenen Interessen, sondern auch jene anderer Systeme berücksichtigt werden. Der Leitwert Koexistenz ist eine*

*Antwort auf die Umwelteigenschaft der Anwesenheit anderer Systeme<sup>9</sup>.*

**Leitwerte für selbsterzeugende, empfindungsfähige und bewusste Systeme (systembedingte Leitwerte):**

- **Reproduktion**

*Der Leitwert Reproduktion bedeutet, dass „sich selbsterzeugende (autopoietische) und/oder sich fortpflanzende Systeme reproduzieren bzw. replizieren können müssen“<sup>10</sup>. Er drückt das Bedürfnis selbstreproduzierender Systeme nach Selbsterneuerung aus, indem sie sich selbst oder Systeme gleicher Art erzeugen. Die Existenzbedingungen, in denen sich solche Systeme befinden, müssen Reproduktion zulassen<sup>11</sup>.*

- **Psychologische Bedürfnisse**

*Dieser Leitwert fasst zusammen, dass „empfindungsfähige Wesen psychische Bedürfnisse haben, die befriedigt werden müssen“<sup>12</sup>. Für Tiere und Menschen spielen Empfindungen eine wesentliche Rolle in ihren Lebens- und Entwicklungsprozessen. Psychologische Bedürfnisse müssen für die Lebensfähigkeit erfüllt sein<sup>13</sup>.*

- **Ethisches Leitprinzip**

*„Bewusste Akteure können die Folgen ihrer Handlungen (teilweise) übersehen, sind damit verantwortlich für ihre Entscheidungen und brauchen hierzu eine normative Orientierung“<sup>14</sup>. Bewusste Wesen können über ihre Handlungen und deren Wirkungen nachdenken und Entscheidungen zwischen mehreren Alternativen treffen. Ihre ethischen Normen beeinflussen diese Entscheidungen sowie das Verhalten und Handeln<sup>15</sup>.*

<sup>5</sup> Siehe Bossel, H.: Selbstorganisation, Leitwerte, Leitbilder und Nachhaltige Entwicklung ... S.56.

<sup>6</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende ... S.114.

<sup>7</sup> Siehe Bossel, H.: Selbstorganisation, Leitwerte, Leitbilder und Nachhaltige Entwicklung ... S.56.

<sup>8</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende ... S.114.

<sup>9</sup> Siehe Bossel, H.: Selbstorganisation, Leitwerte, Leitbilder und Nachhaltige Entwicklung ... S.56.

<sup>10</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende ... S.114.

<sup>11</sup> Siehe ebenda, S.56.

<sup>12</sup> Siehe ebenda, S.114.

<sup>13</sup> Siehe ebenda, S.56f.

<sup>14</sup> Siehe ebenda, S.114.

<sup>15</sup> Siehe ebenda, S.57.

### **3.3.2.3 Die Leitwerte im gesellschaftlichen und ökologischen Kontext**

Die Allgemeingültigkeit der systemtheoretisch abgeleiteten Leitwerte von BOSSEL für ökologische und sozioökonomische Systeme wurde bereits erwähnt. Sie kann untermauert werden, indem diesen Leitwerten verwandte theoretische Konzepte aus Fachbereichen wie Psychologie, Soziologie oder Ökologie gegenübergestellt werden. In Tab. 3 sind neben den Leitwerten von BOSSEL auch die psychischen und sozialen Bedürfnisse nach MAX-NEEF, die Lebensstiltypen nach THOMPSON sowie Ökosystem-eigenschaften nach MÜLLER und FATH aufgelistet.

MAX-NEEF beschreibt neun fundamentale menschliche Bedürfnisse, die in Beziehung zur Evolution des Menschen stehen: Lebenserhalt, Kompetenz, Muße, Freiheit, Schutz, Schaffung von Neuem, Beteiligung, Zuneigung und Identität. (Das Bedürfnis nach Identität könnte zu einem späteren Zeitpunkt der Evolution an Bedeutung gewonnen haben.) MAX-NEEF geht davon aus, dass sich diese neun Bedürfnisfelder der Evolutionsgeschwindigkeit entsprechend sehr langsam verändern und leitet daraus ab, dass sie eine historische Konstanz besitzen und für alle Kulturen der Welt gelten<sup>1</sup>. Die Übereinstimmung dieser psychischen und sozialen Bedürfnisse mit den Leitwerten von BOSSEL ist auffallend und kann als Bestätigung der Vollständigkeit jeder Liste für sich gewertet werden.

Im Zusammenhang zwischen den Leitwerten einerseits und psychischen Bedürfnissen andererseits zeigte BOSSEL, dass sich die Leitwerte in menschlichen Emotionen widerspiegeln und sich in allen Gesellschaften Methoden der Bestrafung entwickelt haben, die auf eine Nicht-Erfüllung der Leitwerte hinzielen (z.B.: Leitwert Existenz – Todesstrafe; Leitwert Sicherheit – Vogelfreiheit, willkürliche Rechtshandhabung; Leitwert Handlungsfreiheit – Gefängnis, Straflager; etc.). Diese Bestrafungsmethoden bestätigen indirekt die Bedeutung der Leitwerte für das menschliche Wohlergehen<sup>2</sup>.

Die Kulturtheorie nach THOMPSON unterscheidet fünf Lebensstiltypen in der Weltgesellschaft: Egalitarier, Hierarchisten, Individualisten, Fatalisten und Einsiedler. Jeder Lebensstiltyp betont einen Leitwert ganz besonders: Der Egalitarier legt Wert auf Partnerschaft in Koexistenz mit anderen, der Hierarchist versucht durch Regulierung und institutionalisierte Autorität Sicherheit zu gewinnen, der Individualist will außerhalb des Kontrollbereichs anderer und des „Systems“ seine Freiheit behalten und der Fatalist versucht seine Existenz zu erhalten, unter welch äußersten Umständen er sich auch befindet. Der autonome Einsiedler besitzt praktisch keine Relevanz für das soziale System<sup>3</sup>. Nach der Leitwerttheorie von BOSSEL muss diese Liste um zwei weitere Lebensstiltypen, den Organisator und den Neuerer, ergänzt werden. Der Organisator betont den Leitwert Wirksamkeit und der Neuerer den Leitwert Wandlungsfähigkeit<sup>4</sup>.

In Hinblick auf eine Verbindungsmöglichkeit zwischen den Leitwerten von BOSSEL und dem Konzept der Ecosystem Sustainability kommt der von MÜLLER und FATH ermittel-

<sup>1</sup> Siehe Max-Neef, M.A.: Human Scale Development. Conception, Application and Further Reflections. (with contributions from A. Elizalde and M. Hoppenhayn), New York and London 1991. S.27f.

<sup>2</sup> Siehe Bossel, H.: Globale Wende ... S.116f.

<sup>3</sup> Siehe Bossel, H.: Ecological Orientors: Emergence of Basic Orientors in Evolutionary Self-Organization. In: Müller, F. and Leupelt, M. (Eds.): Eco Targets, Goal Functions and Orientors. Berlin Heidelberg 1998, S.23.

<sup>4</sup> Siehe Bossel, H.: Indicators for sustainable development: Theory, Method, Applications. A Report to the Balaton Group. Winnipeg Manitoba 1999, S.36, verändert.

Leitwerte (Bossel 1977)	Psychische und soziale Bedürfnisse (Max-Neef 1991)	Lebensstiltypen (Thompson et al. 1990)	Ökosystem- eigenschaften (Müller / Fath 1998)
Existenz	Lebenserhalt	Fatalist	(Meta-)Stabilität, Resilienz
Wirksamkeit	Kompetenz, Muße	Organisator	Kreislaufschließung, Verlustreduktion
Handlungsfreiheit	Freiheit	Individualist	Heterogenität, Diversität
Sicherheit	Schutz	Hierarchist	Redundanz, Speicherung
Wandlungsfähigkeit	Schaffung von Neuem	Neuerer	genetische Diversität Nischenbildung
Koexistenz	Beteiligung	Egalitarier	Landschaftsgradienten, Ökotonstrukturen
Psychologische Bedürfnisse	Zuneigung, Identität	Einsiedler	

TAB. 3: LEITWERTE IM SPIEGEL PSYCHISCHER UND SOZIALE BEDÜRFNISSE, VERSCHIEDENER LEBENSSTILTYPEN SOWIE ÖKOLOGISCHER SYSTEME<sup>1</sup>

ten Liste von leitwert-analogen Ökosystemeigenschaften eine hohe Bedeutung zu<sup>2</sup>. Dabei ist zu beachten, dass diese Ökosystemeigenschaften und -prozesse aufgrund einer ontologisch-deskriptiven Betrachtungsweise ausgewählt wurden, während die Leitwerte von BOSSEL teleologische Ganzheiten sind<sup>3</sup>. So wie die Begriffslisten von MAX-NEEF und THOMPSON et al. weist auch diese wieder auffallende Parallelen mit den Leitwerten von BOSSEL überein. MÜLLER und FATH bezeichnen diese Querverbindung als guten Ausgangspunkt, um die Zusammenhänge zwischen ökologischen Orientoren bzw.

Leitwerten und Zielsetzungen des Menschen zu diskutieren<sup>4</sup>, mit anderen Worten, um Bedingungen der Koevolution von Natur- und Humansystemen zu erarbeiten.

<sup>1</sup> Siehe ebenda.

<sup>2</sup> Siehe Müller, F. und Fath, B.: The Physical Basis of Ecological Goal Functions – An Integrative Discussion. In: Müller, F. and Leupelt, M. (Eds.): Eco Targets, Goal Functions and Orientors. Berlin Heidelberg 1998, S.282 und Bossel, H.: Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications ... S.37.

<sup>3</sup> Siehe Müller, F. und Fath, B.: The Physical Basis of Ecological Goal Functions ... S.282f.

<sup>4</sup> Siehe ebenda, S.283.

### **3.3.3 Bedingungen für eine Koevolution von Natur- und Humansystem**

Wie in Kapitel 3.3.2.3 gezeigt wurde, können die Leitwerte von BOSSEL in den gesellschaftlichen und ökologischen Bereich übersetzt werden. Aus der Gültigkeit der Leitwerte einerseits aus systemtheoretischer Sicht und andererseits für Gesellschaftssysteme und Ökosysteme jeweils für sich, bleibt die Frage offen, ob sie auch hinsichtlich einer Koevolution von Natur- und Humansystemen interpretiert werden können. Im Zentrum einer Politik der Nachhaltigkeit steht daher die Suche nach jenen Gestaltungs- und Entwicklungsprinzipien von Humansystemen, die deren langfristige Einbindung in das sie übergreifende Natursystem gewährleisten. In Tab. 4 wird der Versuch unternommen, die allgemein systemtheoretisch bestimmten Leitwerte von BOSSEL in Kriterien bzw. Bedingungen für eine Koevolution von Natur- und Humansystemen zu übersetzen. Sie sind als zentrale Herausforderungen für den **Aufbau einer Politik der Nachhaltigkeit** zu verstehen.

Nach der in Tab. 4 erfolgten Ableitung muss eine Politik, die eine gemeinsame, langfristige und eng verknüpfte Weiterentwicklung von Natur- und Humansystemen fördern will, die Bedingungen für deren Koevolution erfüllen und ihre Steuerungs- und Regelungseingriffe entsprechend der folgenden Kriterien ausrichten:

#### **a) Koexistenz**

*Der Mensch hat nicht das Netz des Lebens gewebt – er ist nur ein Faden darin. Was immer er dem Netz antut, tut er sich selbst an.*

*Ted Perry, inspiriert von Häuptling Seattle*

Der Begriff der Koexistenz der Ökosphäre mit der Anthro- posphäre betrifft die Beziehung Mensch-Natur. In dieser erweist sich die Natur stets als das die menschliche Existenz Übergreifende. Sie entwickelte sich bereits lange vor Auftreten des Menschen und sie existiert auch ohne diesen. Umgekehrt kann der Mensch nicht ohne seiner natürlichen Lebensgrundlage leben. Die Natur setzt immer ihre eigenen neuen Zwecke, deren Sinn nirgends einfach mit denen des Menschen zusammenfällt. Die Naturwirklichkeit besteht aus einem Verbund der jeweiligen Lebensformen in ihrer Komplexität und in der Vielfalt ihrer Erscheinungen, in die das menschliche Leben eingebunden ist<sup>1</sup>.

Die Rückbindung der menschlichen Kulturwelt mitsamt der Dynamik der sie bestimmenden Wirtschaft in das sie tragende Netzwerk einer sich ebenfalls dynamisch auslegenden Natur gründet auf dem Prinzip „Retinität“ bzw. „Gesamtvernetzung“. Der RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN bezeichnet es als das Kernstück bzw. Schlüsselprinzip einer umfassenden Umweltethik und definiert es folgendermaßen: „Will der Mensch seine personale Würde als Vernunftwesen im Umgang mit sich selbst und mit anderen wahren, so kann er der darin implizierten Verantwortung für die Natur nur gerecht werden, wenn er die „Gesamtvernetzung“ all seiner zivi-

<sup>1</sup> Siehe Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Stuttgart 1994, S.54.

Leitwerte (Bossel 1977)	Psychische und soziale Bedürfnisse (Max-Neef 1991)	Ökosystem- eigenschaften (Müller und Fath 1998)	Koevolution von Natur- und Human- system (Ömer 2000)
Existenz	Lebenserhalt	(Meta-)Stabilität, Resilienz	Koexistenz
Wirksamkeit	Kompetenz, Muße	Kreislaufschließung, Verlustreduktion	Leitbildorientierung und Ressourceneffizienz
Handlungsfreiheit	Freiheit	Heterogenität, Diversität	Subsidiarität
Sicherheit	Schutz	Redundanz, Speicherung	Vorsorgeprinzip
Wandlungsfähigkeit	Beschaffung von Neuem	genetische Diversität, Nischenbildung	Varietät
Koexistenz	Beteiligung	Landschaftsgradienten, Ökotonstrukturen	Integration und Interaktion
Psychologische Bedürfnisse	Zuneigung, Identität		regionale Identität

TAB. 4: POLITIKRELEVANTE BEDINGUNGEN FÜR EINE KOEVOLUTION VON NATUR- UND HUMANSYSTEMEN (MODIFIZIERTE TABELLE 3)

lisatorischen Tätigkeiten und Erzeugnisse mit dieser ihn tragenden Natur zum Prinzip seines Handelns macht.“<sup>1</sup> Das Retinitätsprinzip formuliert also die Erkenntnis der existentiellen Abhängigkeit der Menschheit von funktionierenden Ökosystemen als die entscheidende Lebensbasis.

### b) Leitbildorientierung und Ressourceneffizienz

Der erste Schritt einer am Leitwert Wirksamkeit ausgerichteten Politik ist die Orientierung an einem umfassen-

den, ganzheitlichen Leitbild, das die längerfristigen, potentiell wünschbaren und grundsätzlich realisierbaren Entwicklungsziele beschreibt. Ein Leitbild zu entwickeln heißt, sich ein Bild davon zu machen, wie die Zukunft gestaltet sein soll und das Handeln diesem Bild entsprechend auszurichten. Es geht von der jeweils gegebenen Wirklichkeit aus und ist auf eine Ordnung gerichtet, die ihrerseits von Wertvorstellungen über das soziale Leben abgeleitet wird. Das Leitbild stellt die Grundlage des sozioökonomischen Planens und Gestaltens dar. Es muss durchdacht und realisierbar sein, kann jedoch nie vollkommen verwirklicht werden. Es weist daher oft antino-

<sup>1</sup> Siehe ebenda.

mischen Charakter auf, der nur die verhältnismäßige Erfüllung gestattet<sup>1</sup>. Die Leitbildorientierung bestimmt deshalb die Wirksamkeit von Maßnahmen bzw. Eingriffen, weil sie eine gemeinsame Zielrichtung vorgibt.

Wird mit der Erstellung eines Leitbildes die grundsätzliche Entwicklungsrichtung festgeschrieben, so müssen in einem nächsten Schritt die Ziele des Leitbildes so wirksam wie möglich realisiert werden. Eine nachhaltige Stoff- und Energiepolitik zielt insgesamt auf eine drastische Absenkung der vom Menschen induzierten Material- und Energieströme ab. In jedem Produktionsprozess werden der Natur Ressourcen entnommen und in Produkte und stoffliche (Emissionen, Abwässer und Abfälle) bzw. nicht-stoffliche Emissionen (Lärm, Wärme, Strahlung usw.) transformiert. Die hergestellten Produkte gehen in den Konsumsektor über und stiften über den Konsum Nutzen. Beim Transport, der Verteilung und der Nutzung der Produkte entstehen wiederum stoffliche und nicht-stoffliche Emissionen. Abgesehen von den in der menschlichen Sphäre akkumulierten und gespeicherten Stoffen enden nach dem Masse- und Energieerhaltungssatz (1. Hauptsatz der Thermodynamik) alle in den ökonomischen Prozess eingeführten Ressourcen in modifizierter Form als Emissionen und Abfälle wieder in der Natur<sup>2</sup>.

Beeinflussbar sind jedoch die verwendete Menge an Ressourcen und damit die Emissions- und Abfallmenge, deren qualitative Zusammensetzung sowie die Emissionswege (betroffene Medien und räumliche Verteilung der Emissionen). Das Konzept der Dematerialisierung orientiert sich am Vorsorgeprinzip und fordert, die vom Menschen verursachten Stoffströme (also den Energie-, Stoff- und Flächenverbrauch) insgesamt drastisch, etwa

um den Faktor 10, zu senken<sup>3</sup>. Zur Dematerialisierung der Lebensweise müssen zwei sich gegenseitig ergänzende Strategien angewendet werden, die Suffizienzstrategie und Effizienzstrategie.

Die Suffizienzstrategie (Genügsamkeit) hinterfragt den grundsätzlichen Bedarf nach einem Produkt oder einer Dienstleistung und prüft die Verzichtsmöglichkeit. Wird trotzdem die Notwendigkeit festgestellt, so ist die Effizienzstrategie anzuwenden, d.h. es muss pro Einheit Material und Energie ein möglichst großer/langer Nutzen herausgeholt werden. Dazu braucht es organisatorische, technische und soziale Innovationen, die zum Ziel haben, dass die Produkte, Prozesse und Infrastrukturen über ihren gesamten Lebenszyklus mit möglichst wenig Rohstoffen und Energie möglichst schadstofffrei einen hohen Nutzen stiften<sup>4</sup>.

### c) Subsidiarität

Im aus Öko- und Anthroposphäre bestehenden Gesamtsystem herrscht ein Spannungsverhältnis zwischen im Natursystem vorgegebener struktureller und funktioneller Ordnung und gestalterischer Freiheit im Humansystem. Die Humansysteme, die als viele kleine unabhängige Einheiten große Verhaltensfreiheit besitzen, sind in den Ordnungszusammenhang der Natur eingegliedert. Stören sie diese Ordnung durch gravierende Eingriffe, so schränken sie dadurch gleichzeitig ihre eigene Entwicklungsfreiheit ein, da potentielle Entwicklungspfade für die Zukunft abgeschnitten werden. Bei der Systemgestaltung ist daher darauf zu achten, „die Ordnung geordnet und die schöpferische Freiheit ungeordnet zu erhalten“<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Siehe Bach, H.: Bäuerliche Landwirtschaft im Industriezeitalter. Ansatz zu einer ganzheitlichen Theorie der Agrarpolitik. Beiträge zur ganzheitlichen Wirtschafts- und Gesellschaftslehre, Band 4, Berlin 1967. S.50f.

<sup>2</sup> Siehe Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1994 ... S.81.

<sup>3</sup> Siehe Schmidt-Bleek, F.: Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS - Das Maß für ökologisches Wirtschaften. Basel, Berlin, Boston 1993.

<sup>4</sup> Siehe Bierter, W. und Schmidt-Bleek, F.: Technische Dimensionen der Dematerialisierung für die Wirtschaftsentwicklung Österreichs sowie Folgerungen für die Forschungs- und Technologiepolitik. Studie des Factor 10 Institute, November 1998, S.3.

<sup>5</sup> Siehe Schumacher, E.F.: Die Rückkehr zum menschlichen Maß. Alternativen für Wirtschaft und Technik. Small is beautiful. Reinbek 1977, S.219.

Daraus folgt, dass sich Humansysteme ihre Freiheit auf Dauer nur dann erhalten können, wenn sie ihren Verhaltensspielraum innerhalb des natürlichen Ordnungszustandes belassen und nicht darüber hinaus ausdehnen. Jede Umweltverknappung bzw. Umweltverschmutzung führt zu einer Einschränkung der Umweltnutzungsmöglichkeiten und damit zu einer Verminderung der Freiheit in der Entwicklung der Humansysteme. Insbesondere sind jene Systemteile betroffen, die in der Nutzerkette an räumlich oder zeitlich nachgelagerter Stelle stehen.

#### d) Vorsorgeprinzip

Risiken sind nach HÖRZ „objektiv und subjektiv bedingte gefährliche Resultate menschlichen Handelns oder Hemmnisse für ein humanes Handlungsziel... Gemessen werden Risiken durch die Differenz von Existenz- oder Erfolgsgewissheit des gefürchteten oder erwarteten Ereignisses und seiner Realisierungschancen“<sup>1</sup>. Jegliches Risikopotential auszublenden bzw. absolute Sicherheit zu gewähren setzt voraus, dass sich zukünftige Entwicklungen im System prinzipiell prognostizieren und in gewisser Annäherung berechnen oder wenigstens abschätzen lassen. Aus naturwissenschaftlicher Sicht ist eine solche Prognostizierbarkeit in unserer Lebenswelt, insbesondere in hochkomplexen, auf sich selbst stark rückgekoppelten Systemen, im strengen Sinne jedoch unmöglich<sup>2</sup>. Außerdem sind existierende Risikopotentiale meist nur schwer in ihrer Tragweite zu erkennen bzw. werden bei verantwortungsvollen Entscheidungen zum Gegenstand von Interessenskonflikten<sup>3</sup>.

Größtmögliche Sicherheit kann daher nur dadurch erzielt werden, indem sich die Umweltpolitik am Vorsorgeprinzip

orientiert. Von einer derartigen Grundsatzentscheidung sind unweigerlich alle politischen Ressorts direkt oder indirekt betroffen, sodass sie eines breiten gesellschaftlichen Konsenses bedarf. Dies setzt voraus, dass das Vorsorgeprinzip auch als gesamtgesellschaftliche Handlungsleitlinie Anerkennung findet. In Tab. 5 werden die Konturen einer auf dem Vorsorgeprinzip beruhenden Umweltpolitik gegenüber einer nachsorgeorientierten Umweltpolitik dargestellt.

#### e) Varietät

Die Komplexität natürlicher wie auch zivilisatorischer Systeme ergibt sich aus der Vielfalt der beteiligten Systemelemente und den zwischen ihnen bestehenden Beziehungen. Von der Vielfalt der Elemente und Beziehungen hängt die sogenannte Varietät eines Systems ab, womit ASHBY die Gesamtheit der unterscheidbaren Zustände bezeichnet, die ein System einnehmen kann. Er leitet daraus weiters das „Gesetz der erforderlichen Varietät“ ab, das besagt, dass Varietät nur in dem Grade bewältigt werden kann, als ihr entsprechende Varietät gegenübersteht<sup>4</sup>. Daraus kann geschlossen werden, dass das Potential möglicher Systemkonstellationen umso größer sein muss, je dynamischer sich das Umfeld des Systems entwickelt.

Die Beziehung zwischen Human- und Natursystem gleicht den Beziehungen eines Systems mit seinem Umfeld, wobei Koevolution bedeutet, dass sich beide nur gemeinsam weiterentwickeln können. Varietät ist daher sowohl für das Umfeld als auch für das System von Bedeutung. Generell gibt es ein Komplexitätsgefälle zwischen Umfeld

<sup>1</sup> Siehe Hörz, H. (Hrsg.): Selbstorganisation sozialer Systeme. Ein Verhaltensmodell zum Freiheitsgewinn. Münster, Hamburg, o.J., S.128.

<sup>2</sup> Siehe Dürr, H.-P.: Die Zukunft ist ein unbetretener Pfad. Bedeutung und Gestaltung eines ökologischen Lebensstils. Freiburg i. Br. 1995, S.121.

<sup>3</sup> Siehe Hörz, H. (Hrsg.): Selbstorganisation sozialer Systeme. Ein Verhaltensmodell zum Freiheitsgewinn. Münster, Hamburg, o.J., S.129.

<sup>4</sup> Siehe Ashby, W.R.: Einführung in die Kybernetik. Frankfurt am Main 1974, S.184ff, 298ff.

	<b>Nachsorgeprinzip</b>	<b>Vorsorgeprinzip</b>
<b>Verursacherprinzip</b>	<p>setzt bei gegebenen Umweltschäden an (Ziel: Beseitigung der Auswirkungen)</p> <p>primär auf den Verursacher im naturwissenschaftlichen Sinne angewandt</p> <p>Anwendung ökonomischer Kriterien auf den Umweltbereich zur Schadensbehebung</p>	<p>setzt bereits bei potentiellen Umweltbelastungen an (Ziel: Beseitigung der Ursachen)</p> <p>erfasst die gesamte Verursacherkette</p> <p>Integration ökologischer Kriterien in den wirtschaftlichen Bereich zur Vorsorge</p>
<b>Gemeinlastprinzip</b>	<p>Höhe der Kosten abhängig vom Schadensausmaß (verkehrte Anreizwirkung)</p> <p>Mittel für Schadensbehebung und finanzielle Entschädigung</p> <p>enges Abhängigkeitsverhältnis zwischen Wirtschaft und Staat (Subventionen erfordern entsprechende Steuereinnahmen)</p>	<p>Höhe der Kostenübernahme vom Ausmaß der erzielten Umweltentlastung abhängig</p> <p>Mittel für integrierte Technik, Planung, Forschung</p> <p>gegenseitige Abhängigkeit von Wirtschaft und Staat nimmt ab, der jeweilige Entscheidungsfreiraum wird größer</p>
<b>Kooperationsprinzip</b>	<p>Mitbestimmung erst nach der Schadensentstehung (Einflussnahme auf Ursachen gering)</p> <p>Möglichkeiten der Schadensbehebung weitgehend vorgegeben; zu entscheiden ist meist, wieweit diese auch eingesetzt werden: Kompromissfindungsprinzip</p> <p>politische Mitbestimmung auf abgrenzbare (vom Schaden betroffene) Bevölkerungsgruppen beschränkt</p>	<p>Mitbestimmung bereits im Planungsstadium (Einflussnahme im Ursachenbereich)</p> <p>Vorsorge querschnittsorientiert, daher Mitbestimmung in allen umweltrelevanten Politikbereichen: Demokratisierungsprinzip</p> <p>keine a priori-Einengung der Mitbestimmung auf einzelne Bevölkerungsteile (größeres Kreativitätspotential)</p>
<b>Obrigkeitsprinzip</b>	<p>Staat reagiert auf Schäden mit strengen gesetzlichen Vorschriften (Ge- und Verbote)</p> <p>bei Sanktionen liegt die Beweislast beim Staat</p>	<p>Festlegung ökologischer Rahmenbedingungen für umweltrelevante Bereiche</p> <p>Umweltverträglichkeit ist im Planungsstadium nachzuweisen (Beweislastumkehr)</p>

TAB. 5: ABGRENZUNG NACHSORGEPRINZIP – VORSORGEPRINZIP<sup>1</sup>

und dem System, wodurch Varietät zu einem grundlegenden Aspekt der Überlebensfähigkeit des Systems wird. Da Humansysteme in das komplexe und dynamische Natursystem eingebettet sind, benötigen sie zur Erhaltung ihrer eigenen Lebensfähigkeit ein vergleichsweise großes Verhaltenspotential (Potential möglicher Systemzustände), durch das sie auf die unterschiedlichen Umwelteinflüsse mit jeweils spezifischen Systemkonstellationen reagieren können. Gerade bei starken Veränderungen des Umfeldes (Natursystems), die in der Regel durch den Menschen induziert werden, ist es von großer Bedeutung, dass vielfältige Entwicklungsoptionen für das Humansystem bestehen bleiben bzw. eröffnet werden. Die Forderung nach Varietät besteht aber auch für das Umfeld (Natursystem) selbst: Da das Humansystem seinerseits einer starken Dynamik mit generell steigender Komplexität (Varietät) unterliegt, ist es für die dauerhafte Funktionsfähigkeit des Natursystems wichtig, durch unterschiedliche Entwicklungsoptionen auf diese Veränderungen bzw. Einflüsse reagieren zu können. Andernfalls werden durch ökologische Probleme die Entwicklungsoptionen des Humansystems selbst negativ beeinträchtigt.

Allerdings müssen beim Zusammenhang mit der Varietät von Natur- und Humansystem zwei Einschränkungen berücksichtigt werden: Einerseits kann die Varietät des Natursystems nur innerhalb bestimmter, von der Natur selbst vorgegebenen Grenzen verändert werden. Das bedeutet, dass nicht alle Auswirkungen des Humansystems auf die Natur von dieser auch kompensiert werden können und somit der Umweltvorsorge weiterhin zentrale Bedeutung zukommt. Weiters müssen auch zeitliche

Aspekte berücksichtigt werden. Das ist insbesondere deshalb wichtig, weil die Entwicklungsverläufe von Natur- und Humansystem nach generell unterschiedlichen Zeithorizonten erfolgen. Im Rahmen der Koevolution ist es erforderlich, dass eine Verbindung von Aktion und Reaktion im System und seinem Umfeld zeitlich abgestimmt ist. Die Notwendigkeit der zeitlichen Verbindung von koevolutionären Entwicklungsvorgängen kann am Beispiel des Klimawandels aufgezeigt werden: Auf dem vom Menschen verursachten Klimawandel kann das Natursystem durch entsprechende Veränderungen der Flora und Fauna reagieren. Dies allerdings in Zeithorizonten, die infolge der rasch voranschreitenden Klimaveränderungen nicht zur Verfügung stehen. Zur zeitlichen Verschränkung der Entwicklungsvorgänge im Human- und Natursystem wäre hierzu eine drastische Verminderung der Emission von klimawirksamen Gasen erforderlich.

### f) Integration und Interaktion

Die Betrachtung eines Systems kann auf verschiedenen Hierarchieebenen erfolgen, je nachdem, welcher Bildausschnitt aus dem Gesamtsystem von Interesse ist. Die Fokussierung auf eine bestimmte Systemhierarchieebene stellt jedoch nur den Ausgangspunkt dar, von dem aus es möglich sein muss, die Perspektive bei Bedarf einzugehen bzw. auszuweiten. Die detailliertere Betrachtung einer niedrigeren Ebene bedeutet Analyse des Systems, die Wahl einer höheren Ebene bedeutet Integration des Systems in ein umfassenderes Ganzes<sup>1</sup>.

Systemisches Denken umfasst sowohl analytisches als auch integrierendes Denken. Meist dominiert bei der Ge-

<sup>1</sup> Siehe Ulrich, H. und Probst, J.B.: Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln. 4. Aufl., Bern, Stuttgart, Wien 1995, S.33.

staltung von Humansystemen die Analyse. Infolgedessen wird oft außer Acht gelassen, dass Humansysteme integrative Bestandteile des Gesamtsystems Natur-Gesellschaft sind und in ihrer Lebensfähigkeit von der Natur abhängen. Es ist daher besonders wichtig, den Blick für die höhere Systemhierarchieebene offenzuhalten, eine Situation immer wieder „nach oben“ zu betrachten, um zu prüfen, wie das System in das umfassendere Ganze passt.

Ein besonderes Augenmerk muss auf die Verknüpfungspunkte und Verbindungen zwischen wirtschaftlichen, technischen und gesellschaftlichen Subsystemen einerseits mit dem sie umfassenden Natursystem andererseits gelegt werden. Die Austauschbeziehungen (Interaktionen) verändern die endliche Umwelt und sind derart zu gestalten, dass die Einflüsse der Humansysteme auf das Natursystem möglichst gering gehalten (Eingriffstiefe vermindern) und die nicht intendierten Langfristauswirkungen vermieden werden (Prävention zeitverzögerter Umweltauswirkungen).

### g) Regionale Identität

Identität entsteht aus dem Zusammenspiel von Individualität, sozialem Eingebundensein und kultureller Verankerung<sup>1</sup>. Angesichts der zunehmenden Fernfunktionalisierung in homogenisierenden und immer komplexeren Systemzusammenhängen kommt der Region als identitätsstiftenden Heimat- und Wirkungsraum eine wichtige Orientierungs-, Identifizierungs- und Handlungsbedeutung zu. Der Begriff „regionale Identität“ wird hier nicht im Sinne statischer Starrheit oder retrospektiver Tenden-

zen der Bewahrung von Heimat verwendet, sondern im prospektiven und aktiven Sinne als zukunftsorientierte Entwicklungsfähigkeit mit Orientierung am Gewachsenen und an Tradition, gepaart mit Selbstverwirklichung und Verantwortung für die Mitwelt<sup>2</sup>.

Regionale Identität in Hinblick auf die Gewährleistung der Koevolution von Natur- und Humansystem bedeutet eine starke gesellschaftliche und wirtschaftliche Ausrichtung an den spezifischen ökologischen Gegebenheiten und naturräumlichen Standortvorteilen (Nutzung und Stärkung endogener Potentiale) in der Region. Das Humansystem (die „regionseigene Kraft“) ist in das regionale Natursystem durch vielerlei Beziehungen eingefügt, welche der ansässigen Bevölkerung klar ersichtlich, bewusst und dadurch auch von großem Wert sind. Die Verbundenheit mit der eigenen Region schafft Regionalbewusstsein und zeigt sich u.a. im Engagement für eine nachhaltige Regionalentwicklung.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich eine Politik der Nachhaltigkeit an den oben ermittelten Bedingungen einer Koevolution von Natur- und Humansystem orientieren und ihre Steuerungseingriffe in das Humansystem nach ihnen ausrichten muss: Koexistenz, Leitbildorientierung und Ressourceneffizienz, Subsidiarität, Vorsorgeprinzip, Varietät, Integration und Interaktion sowie regionale Identität. Sie weisen eine hohe Übereinstimmung mit den allgemein-systemtheoretisch formulierten Leitwerten von BOSSEL auf (siehe Tab. 5) und bilden jenen übergeordneten Konzeptionsrahmen für ökologische Leitplanken, innerhalb dessen im nächsten Kapitel eine Umformung von ökologischen Lebens- und

<sup>1</sup> Siehe Kanatschnig, D., Weber, G. et al.: Nachhaltige Raumentwicklung in Österreich. Schriftenreihe des Österreichischen Instituts für Nachhaltige Entwicklung, Band 4, Wien 1998, S.52 und Lorenz, K.: Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens. München 1977. S.257.

<sup>2</sup> Siehe Hahne, U.: Das Regionstypische als Entwicklungs chance? Informationen zur Raumentwicklung. Heft 7/8, 1987, S.465.

Funktionsprinzipien in gesellschaftliche Zielvorstellungen vorgenommen wird.

### 3.4 Phase 4: Transformation ökologischer Prinzipien in gesellschaftliche Werte

Der vierte Schritt im EST-Modell stellt gleichzeitig den zentralen Kern der inhaltlichen Konzeption ökologischer Leitplanken in diesem Denkmodell dar. Dabei werden Lebens- und Funktionsprinzipien des Natursystems sowie Kriterien der Koevolution (siehe Kap. 3.2 und 3.3) systemtheoretisch interpretiert und in gesellschaftliche Anforderungen transformiert. Diese Vorgangsweise bringt zum Ausdruck, dass ökologische Leitplanken letztlich nicht sektorale im Naturbereich definierbar sind, welcher lediglich die Auswirkungsseite jeder menschlichen Aktivität darstellt. Vielmehr müssen ökologische Leitplanken unter Anwendung des Vorsorgeprinzips für den aktiv gestaltbaren und beeinflussbaren sozioökonomischen Ursachenbereich festgelegt werden. Das in dieser Studie entwickelte Konzept ökologischer Leitplanken wird direkt im menschlichen Handlungs- und Wirkbereich angelegt und weist daher einen starken integrativen Charakter auf.

Der Transformationsprozess ist jener Vorgang, bei dem die ermittelten ökologischen Lebensprinzipien, welche bereits in Kapitel 3.2 ausführlich dargestellt wurden, sowie die Kriterien der Koevolution (Kap. 3.3) interpretiert und auf das Gesellschaftssystem angewendet werden. Es wird also ein Bogen vom Natursystem zum Gesell-

schaftssystem gespannt. Dass ökologische Prinzipien als Ausgangspunkte für den Transformationsprozess herangezogen werden, ist damit zu begründen, dass diese im Zuge der Evolution eine extrem langwierige „Umweltverträglichkeitsprüfung“ durchgemacht und bestanden haben<sup>1</sup>. Ihre Lebensfähigkeit wurde über einen Zeitraum von drei Milliarden Jahren erprobt, in dem sie sich dauerhaft bewährt haben. Geht es nun darum, die zukünftige Entwicklung des sozioökonomischen Systems im Sinne der Nachhaltigkeit in der Weise zu planen und zu gestalten, dass dabei Zufall und Irrtum so weit wie möglich ausgeschlossen werden, so bietet eine Orientierung an der „bestätigten Lebensfähigkeit“, am als lebenstauglich Bewährtem, die größte Erfolgssicherheit.

Einschränkend muss hinzugefügt werden, dass der Transformationsprozess sehr restriktiv vorgenommen werden muss. Natürlich weisen Natur- und Humansysteme große Unterschiede auf: In der Natur gibt es keine Selbsterkenntnis, keine Gerechtigkeit usw. Über diese menschlichen Werte kann der Mensch nichts von den Ökosystemen „lernen“ oder übernehmen. Allerdings kann der Mensch vom Natursystem lernen, prinzipiell ökologisch nachhaltig zu leben, d.h. die Lebensprinzipien von Ökosystemen, also am Nachhaltigkeitsprinzip ausgerichtete Gemeinschaften aus Lebewesen und ihrer abiotischen Umwelt, zu verstehen (ökologisches Bewusstsein schaffen) und auf gesellschaftliche Gemeinwesen anzuwenden<sup>2</sup>. Vor diesem gedanklichen Hintergrund wird die Transformation vorgenommen.

Die methodische Vorgangsweise im Transformationsprozess kann in zwei Schritte gegliedert werden:

<sup>1</sup> Siehe Heydemann, B.: Strategien der Evolution. In: Politische Ökologie. September 1999, 17. Jg., Nr. 62, S.47.

<sup>2</sup> Siehe Capra, F.: Lebensnetz. Ein neues Verständnis unserer Welt. Berlin, München, Wien 1996, S.344.

- Schritt I:** Transformation ökologischer Lebens- und Funktionsprinzipien in Ziele für das Humansystem:
- Ziele zur Erhaltung der ökologischen Voraussetzungen
  - Ziele zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft

- Schritt II:** Transformation der Ziele in fünf zentrale gesellschaftliche Grundwerte

Da ökologische Leitplanken auf allen Handlungsebenen (individuelle, betriebliche, lokale, regionale, nationale, sektorale usw.) Berücksichtigung finden müssen, werden sie im vorliegenden EST-Modell nicht in spezifische Ziele für die einzelnen Handlungsebenen umgewandelt (dies wäre ein dirigistischer top-down-Ansatz), sondern in gesellschaftliche Werte, die in der Folge von den Akteuren der jeweiligen Handlungsebene eigenständig in entsprechende Ziele und Maßnahmen ausdifferenziert werden müssen.

### 3.4.1 Ökologische Lebens- und Funktionsprinzipien

Ausgangspunkt des Transformationsprozesses ist das Herausfiltern zentraler ökologischer Lebens- und Funktionsprinzipien aus den Grundlagen der Ökosystemtheorie. Es sind dies jene Prinzipien, die gemeinsam eine Ökosystementwicklung auszeichnen. Dieser Arbeitsschritt erfolgte bereits im Kapitel 3.2 (Bewahrung der Ecosystem Sustainability), in dem die rein ökologischen Lebensprinzipien analysiert wurden, und im Kapitel 3.3 (Koevolutionäre Vernetzung von Natur- und Humansystem), in dem

die für eine zukunftsfähige Verbindung von Natur- und Humansystem zu berücksichtigenden Grundlagen ermittelt wurden.

Die beiden vorigen Kapitel zusammengefasst, führt dies zu folgenden ökologischen Lebens- und Funktionsprinzipien (siehe Tab. 6, erste Spalte):

<b>Eigenschaften:</b>	Diversität Vernetzung Selbstorganisation Autopoiese
<b>Dynamik:</b>	Entropiereduktion Stabilität Homöostase Sukzession Evolution

Im Transformationsprozess wird jeder einzelne der oben genannten Begriffe systemtheoretisch interpretiert und charakterisiert. Dies erfolgt durch eine Analyse jener ökologischen Voraussetzungen, die gegeben sein müssen, um die natürlichen Lebens- und Funktionsprinzipien dauerhaft sicherzustellen (siehe Tab. 6, zweite Spalte). Diese ökologischen Voraussetzungen stellen in weiterer Folge die Ausgangsbasis für die Ableitung von gesellschaftlichen Zielen zur Einhaltung ökologischer Leitplanken dar.

### 3.4.2 Schritt I: Transformation ökologischer Prinzipien in sozioökonomische Ziele

Die ökologischen Voraussetzungen zur Sicherstellung der neun Funktionsprinzipien der Natur werden im zweiten Schritt des Transformationsprozesses inhaltlich auf das gesellschaftliche System übertragen. Mit der Ableitung von gesellschaftlichen Anforderungen wird eine direkte Verbindung zwischen dem Natur- und dem Humansystem hergestellt. Dabei handelt es sich um die eigentliche Transformation, nach der das gesamte Modell benannt ist. Die genaue Vorgangsweise erfolgt derart, dass die ermittelten Voraussetzungen für die Sicherstellung der ökologischen Lebens- und Funktionsprinzipien (siehe Tab. 6, zweite Spalte) in Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung des Humansystems interpretiert und daraus gesellschaftliche Zielvorstellungen abgeleitet werden. Diese Ziele für das Humansystem werden untergliedert in

- a. *Ziele zur Erhaltung der ökologischen Voraussetzungen und*
- b. *Ziele zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft.*

Die Ziele zur Erhaltung der ökologischen Voraussetzungen beziehen sich direkt auf die Gestaltung biologisch geprägter Ökosysteme (vgl. Gliederung der Hauptökosystemtypen nach HABER, Tab. 1), welche – auf Österreich bezogen – naturnahe, halbnatürliche und Agrar- und Forst-Ökosysteme umfassen (siehe Tab. 6, dritte Spalte). Diese werden von den Zielen zur Förderung einer nach-

haltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft abgegrenzt, in denen die kulturell-zivilisatorisch-technischen Aktivitäten des Menschen über die sie umgebenden und durchdringenden biologisch geprägten Ökosysteme dominieren (siehe Tab. 6, vierte Spalte).

Die Ergebnisse des Transformationsprozesses sind in Tab. 6 im Überblick dargestellt.

### 3.4.3 Schritt II: Transformation der Ziele in gesellschaftliche Werte

Um eine Transformation der abgeleiteten Ziele (Tab. 6, dritte und vierte Spalte) in gesellschaftliche Werte durchführen zu können, ist eine Strukturierung der Ziele nach inhaltlichen Schwerpunkten erforderlich. Als Grundlage dafür wird das systematisch entwickelte Zielsystem für eine nachhaltige Entwicklung aus dem Landesumweltprogramm für Oberösterreich (LUPO)<sup>1</sup> herangezogen, in welches die im Transformationsprozess ermittelten Ziele eingeordnet werden. Die Systematisierung der Ziele zu einem Zielsystem wird für die Ziele zur Erhaltung der ökologischen Voraussetzungen (Tab. 6, dritte Spalte) und für die Ziele zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft (Tab. 6, vierte Spalte) separat in den zwei nachfolgenden Kapiteln durchgeführt. Das Ergebnis sind zwei Zielsysteme, die letztlich in gesellschaftliche Werte transformiert werden.

<sup>1</sup> Siehe OÖ. Umweltakademie (Hrsg.): Durch nachhaltige Entwicklung die Zukunft sichern. Landesumweltprogramm für Oberösterreich. Linz 1995. S.10f.

Lebens- und Funktionsprinzipien des Natursystems	ökologische Voraussetzungen für deren Sicherstellung
<b>Diversität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>alle Funktionsstellen im System sind besetzt</li> <li>alles, was ein Element zum Leben braucht, ist im System vorhanden</li> <li>hoher genetischer Informationspool</li> <li>Lebensraumvielfalt</li> </ul>
<b>Vernetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funktionsfähigkeit eines Elementes darf den Systemnotwendigkeiten nicht widersprechen (Gesetz vom Ausscheiden störender Teilelemente, natürliche Auslese)</li> <li>alle Elemente sind in Systemzusammenhang integriert (mindestens eine Eingangs- und eine Ausgangsbeziehung)</li> <li>kein Element darf dominieren (Ausgewogenheit, Gleichheit)</li> <li>Beziehungsgeflecht muss strukturiert sein (i.S. dezentraler Konzentration)</li> </ul>
<b>Selbstorganisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>alle Elemente haben Lenkungsfunktion</li> <li>Spielraum für autonomes Handeln</li> <li>Vorhandensein und Berücksichtigung von systembegründenden Rahmenbedingungen</li> <li>Möglichkeit zur Informationsverarbeitung (Aufnahme, Verarbeitung, Reaktion)</li> </ul>
<b>Autopoiese</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>je kleiner die Systemeinheit, umso kürzerlebig ist sie, d.h. umso höher muss ihre Reproduktionsfähigkeit sein</li> <li>gleichzeitiges Nebeneinander von Elementen in unterschiedlichen Entwicklungsstadien</li> <li>geschlossene natürliche Stoffkreisläufe</li> <li>Aufrechterhaltung des genetischen Informationstransfers</li> </ul>
<b>Entropiereduktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>geringer Energieaufwand zur Aufrechterhaltung der Ordnung im System</li> <li>Offenheit von Systemen (Input hochwertiger, Output niedrigwertiger Energie)</li> <li>Fähigkeit zur Energieumwandlung</li> <li>effiziente Stoffkreisläufe (viel im Speicher, wenig im Umlauf)</li> <li>Ausgleich von energetischen Import- und Verbrauchsschwankungen durch systeminterne Energiespeicherung</li> </ul>
<b>Stabilität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stabile Umfeldbedingungen</li> <li>möglichst großes Variabilitätsspektrum, innerhalb dessen einzelne Elemente funktionsfähig sind</li> <li>multirelationale Integration einzelner Elemente</li> <li>Vorhandensein mehrerer Verhaltensoptionen</li> <li>Dezentral strukturiertes Vernetzungsmuster</li> <li>möglichst geringe dauerhafte Vorbelastungen des Systems oder einzelner Elemente oder einzelner Beziehungen</li> </ul>
<b>Homöostase</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>jedes Element muss in mindestens einen geschlossenen Informationskreislauf eingebunden sein</li> <li>Dominanz negativer Rückkopplung gegenüber positiver Rückkopplung</li> <li>Fähigkeit, latente Information aufzurollen</li> </ul>
<b>Sukzession</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Begrenzung von Flächen in frühen Sukzessionsstadien</li> <li>Erhaltung von Flächen in späten Sukzessionsstadien bzw. im Klimaxzustand</li> </ul>
<b>Evolution</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>genetische Vielfalt</li> <li>Mindeststartendichte</li> <li>lange Selektionszeiträume</li> </ul>

TAB. 6: TRANSFORMATION ÖKOLOGISCHER LEBENS- UND FUNKTIONSPrINZIPIEN IN LEITPLANKEN-ZIELE FÜR DAS HUMANSYSTEM (TABELLARISCHE ÜBERSICHT).

	<b>ableitbare Ziele (Schlussfolgerungen) für das Humansystem</b>	
	<b>zur Erhaltung der ökologischen Voraussetzungen</b>	<b>zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung und Erweiterung intakter Ökosysteme (sektoraler Naturschutz)</li> <li>• ökosystemadäquate Landnutzung (integrierter Naturschutz)</li> <li>• Sicherung standortangepasster Kultursorten und Nutztierrassen</li> <li>• Verhinderung der landschaftlichen Strukturverarmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfüllung sämtlicher Daseinsgrundfunktionen (Wohnen, Arbeiten, Ernährung, Konsum, Bildung, Freizeit, Mobilität) in zumutbarer Entfernung</li> <li>• regionale Ausrichtung der Wirtschaftsentwicklung (Rohstoffe, Arbeit, Produkte, Dienstleistungen usw.)</li> <li>• Verhinderung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Strukturverarmung</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Eingliederung ökosystemfremder (natürlicher oder gentechnisch veränderter) Elemente</li> <li>• keine Unterbrechung natürlicher Stoffkreisläufe</li> <li>• überdimensionierte Monokulturen vermeiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stärkung von Kooperation und Koordination</li> <li>• ganzheitliches systemorientiertes Management</li> <li>• räumlicher Strukturwandel in Richtung dezentrale Konzentration</li> <li>• größtmögliche Integration anthropogener Nutzungseingriffe in das ökologische Beziehungsgeflecht</li> <li>• ökologisch verträgliche Rückführung von Stoffen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufrechterhaltung der Beziehungen zwischen den Elementen natürlicher Systeme</li> <li>• keine Beeinträchtigung des Variabilitätsspektrums von Ökosystemelementen (durch Schadstoffe, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lernende Organisationen, Abbau von „Lernschutzwänden“</li> <li>• Fähigkeiten zum selbstbestimmten Handeln stärken (Aus- und Weiterbildung)</li> <li>• Ausrichtung der Systementwicklung an einem gemeinsam erstellten Leitbild</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltung der Reproduktionsfähigkeit bei Pflanzen und Tieren</li> <li>• Aufrechterhaltung natürlicher Speicher und Stoffkreisläufe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Innovationsfähigkeit im wirtschaftlichen und organisatorischen Bereich</li> <li>• geschlossene Stoffkreisläufe über den gesamten Lebenszyklus von Produkten</li> <li>• gleichzeitiges Vorhandensein unterschiedlicher Entwicklungsphasen von Technologien, Produkten, Dienstleistungen</li> <li>• ausgewogene Altersstruktur der Bevölkerung</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• möglichst hohe Sukzessionsstadien (Klimax) zulassen</li> <li>• Reduktion klimarelevanter Emissionen</li> <li>• Minimierung ökosystembelastender Stressfaktoren</li> <li>• Erhaltung natürlicher Stoffspeicher (Quellen)</li> <li>• Geschwindigkeit der Stoffumsätze zeitlich an Ökosystemerfordernisse anpassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verringerung des Gesamtenergieverbrauchs (und Erhöhung der Effizienz)</li> <li>• Energieträgervielfalt auf der Basis erneuerbarer Energie</li> <li>• geringstmögliche Exnergieverluste bei der Energienutzung und kaskadische Energienutzung</li> <li>• Anwendung des Jiu-Jitsu-Prinzips (Nutzung und Steuerung der Systemdynamik)</li> <li>• Dematerialisierung von Stoffkreisläufen</li> <li>• Erhaltung bzw. Schließung kleinräumiger Stoffkreisläufe</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• möglichst geringe Eingriffstiefe in Ökosysteme</li> <li>• Erhaltung bzw. Herstellung einer räumlich engen Zuordnung der einzelnen Systemelemente</li> <li>• Sicherung einer hohen Varietät (Vielfalt von Elementen und Beziehungen im System)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multifunktionalität der Systemelemente</li> <li>• Problemlösung i.S. des Subsidiaritätsprinzips</li> <li>• koevolutionäres Management (gleichzeitige Berücksichtigung von System und seinem Umfeld)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anerkennung ökosystemimmanenter Begrenzungen des Wachstums einzelner Systemelemente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feedforward (zukünftige Auswirkungen einbeziehender Informationskreislauf, z.B. UVP, Technikfolgenabschätzung)</li> <li>• Ausbau der Kommunikation</li> <li>• Aufrechterhaltung bzw. Einbau wachstumsbegrenzender Engpässe im System (z.B. Parkraumverknappung in Städten)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pflegliche Nutzung in möglichst hohen Sukzessionsstadien</li> <li>• Ausweisung von Naturschutzflächen ohne anthropogene Nutzungseingriffe</li> <li>• Extensivierung der Land- und Forstwirtschaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überleitung von quantitativem in qualitatives Wachstum</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artenschutz</li> <li>• Lebensraumschutz</li> <li>• Berücksichtigung der System- und Eigenzeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reversibilität von Gestaltungs- und Nutzungseingriffen</li> <li>• bei kultureller Evolution Selektion durch Lernprozesse ermöglichen</li> </ul>

### **3.4.3.1 Ziele zur Erhaltung der ökologischen Voraussetzungen**

Das Zielsystem zur Erhaltung der ökologischen Voraussetzungen ist in Abb. 14 dargestellt. Gemäß der Strukturierung dieses Zielsystems können drei große Gruppen von Zielen unterschieden werden:

- a. *Erhaltung der natürlichen Entwicklungsfähigkeit*
- b. *Erhaltung des ökologischen Ausgleichspotentials und*
- c. *Erhaltung der Produktionsleistung der Natur.*

#### **ad a.**

Das Ziel der Erhaltung der natürlichen Entwicklungsfähigkeit wird nach der spezies- und ökosystembezogenen Betrachtungsweise in zwei Unterzielgruppen aufgespalten. Diese sind die Bewahrung der genetischen Informationen und der Artenvielfalt sowie die Erhaltung und Entwicklung vielfältiger Ökosysteme und Naturräume. Der Ökosystemaspekt kann wiederum unter dem Blickwinkel eines sektoralen Naturschutzes oder einer integrativen Landnutzung erfasst werden.

#### **ad b.**

Die Erhaltung des ökologischen Ausgleichspotentials zielt in erster Linie auf die Erhaltung und Förderung ausgleichsfähiger Naturstrukturen ab. Die dieser Unterzielgruppe zugeordneten Ziele beziehen sich daher vorwiegend auf die Aufrechterhaltung der natürlichen Ökosystemelemente bzw. -kompartimente und den zwischen ihnen bestehenden Beziehungen. Zusätzlich kommt der Berück-

sichtigung von ökosystemspezifischen Eigenzeiten eine bedeutende Rolle zu.

#### **ad c.**

Die Erhaltung der Produktionsleistung der Natur besteht zum wesentlichen Teil in der Abstimmung der stofflichen Entnahmen mit natürlichen Prozessen. Das bedeutet, dass die natürlichen Stoffspeicher als Quellen des Wirtschaftsprozesses zu schonen und aufrechtzuerhalten sind.

Werden die strukturierten Inhalte auf die Werteebene projiziert, so können die angeführten Ziele letztlich in zwei zentrale gesellschaftliche Werte zusammengeführt werden:

- *Vielfalt und*
- *Natürlichkeit/Sicherheit.*

Die Anerkennung der Bedeutung beider Werte ist grundlegende Voraussetzung für die Akzeptanz und Umsetzung der einzelnen Ziele.

#### **Vielfalt:**

Mit dem Wert Vielfalt ist hier eine über längere Zeiträume entstandene und im Systemzusammenhang erprobte und bewährte Vielfalt gemeint, die ihre Lebensfähigkeit unter Beweis gestellt hat. Eine gewachsene, natürliche und lebenserprobte Vielfalt ist die Grundvoraussetzung für ein hohes Entwicklungspotential einer Region, weil durch sie die Anzahl der möglichen „System“zustände determiniert wird. Höhere Vielfalt und größeres Entwicklungspotential hängen direkt zusammen. Anzustreben ist jedoch nicht eine maximale Vielfalt an sich, sondern die größtmögliche Vielfalt von funktional zusammenpassenden Elementen (funktionale Vielfalt).

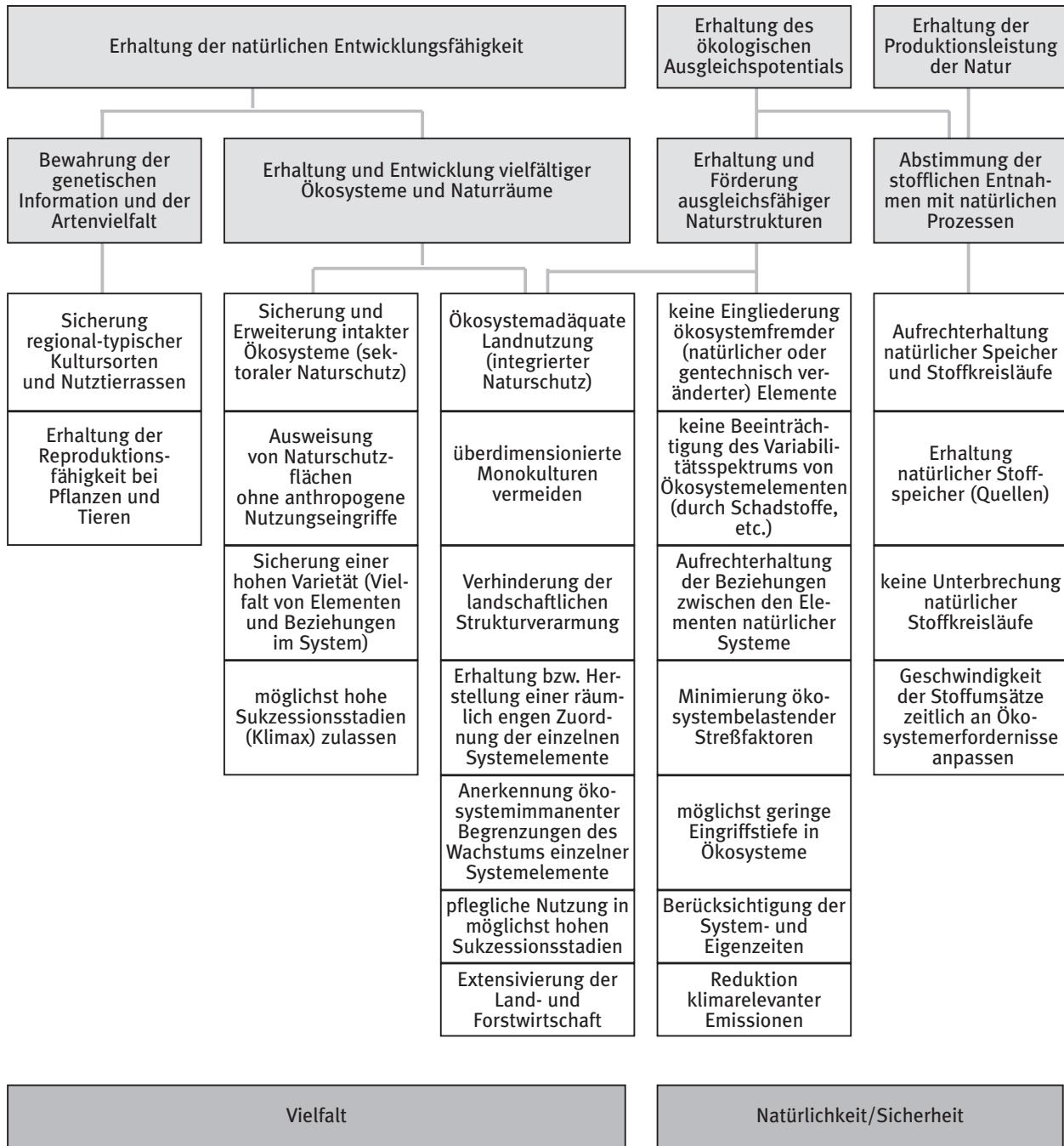


ABB. 14: ZIELSYSTEM ZUR ERHALTUNG DER ÖKOLOGISCHEN VORAUSSETZUNGEN.

## Natürlichkeit/Sicherheit:

Die Werte Natürlichkeit und Sicherheit sind unmittelbar miteinander verbunden. Je natürlicher bzw. naturbelassener ein System ist, desto stabiler ist es gegenüber Außen-einflüssen. Der Wert Sicherheit erfordert, dass neben dem Stand des Wissens immer auch der Stand des erkannten oder vermuteten Nicht-Wissens in Entscheidungsüberle-gungen und Handlungen einzubeziehen ist. Jede Situationsbeurteilung muss also das – bei die Zukunft betref-fenden Entscheidungen stets vorhandene – Ausmaß an Unbestimmtheit mitberücksichtigen. Bezogen auf die Handlungsebene bedeutet Natürlichkeit eine möglichst geringe Eingriffstiefe anthropogener Maßnahmen.

### 3.4.3.2 Ziele zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft

Die Eingliederung der für das sozioökonomische System abgeleiteten Ziele in die LUPO-Systematik führt zum Zielsystem zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft (Abb. 15). Es umfasst zwei große Zielgruppen, nämlich

- a. Zukunftsverträgliche Deckung der menschlichen Bedürfnisse und Ansprüche
- b. Umweltgerechter Wertewandel

#### ad a.

Eine zukunftsverträgliche Deckung der menschlichen Bedürfnisse und Ansprüche muss in stofflicher und energetischer Hinsicht angestrebt werden, d.h. es ist zum

einen die Abstimmung der stofflichen Entnahmen mit natürlichen Prozessen und zum anderen die Verringe-rung der Entropieproduktion anzustreben. Diese beiden Unterzielgruppen sind zu ergänzen durch eine dritte, nämlich die strukturelle Kompatibilität zwischen anthro-pogenen und natürlichen Systemen, eine grundlegende Voraussetzung für eine nachhaltige sozioökonomische Entwicklung.

#### ad b.

Ein umweltgerechter Wertewandel kann dann herbeige-führt werden, wenn durch Maßnahmen zur Erweiterung und Vermittlung ökologischen Wissens sowie zum Aufbau adäquater Entscheidungs- und Verwaltungsstrukturen getroffen werden. Diese müssen sowohl auf der individuellen Ebene (z.B. Stärkung der Fähigkeit zum selbst-bestimmten Handeln) als auch in übergeordneten organi-satorischen Bereichen (Stichwort „lernende Organisa-tion“) ansetzen.

Zusätzlich zu diesen zwei Hauptzielgruppen gibt es noch methodische Zielansätze, nämlich die System- und Leitbildorientierung. Die Grundsätze der Systemtheorie wurden einerseits im Transformationsprozess selbst an-gewendet, sind aber andererseits auch empfohlene Methode der Zukunftsgestaltung und damit auch Ergeb-nis des Transformationsprozesses. Die Systemorientierung muss ergänzt werden durch eine Leitbildorientierung, d.h. es muss im gemeinschaftlichen Diskussionsprozess ein Bild bzw. eine Vision entworfen werden, wie eine wünschenswerte Zukunft aussehen könnte. Mit der Leit-bildorientierung erfolgt eine Abkehr von der bisher favo-rierten Problemorientierung.

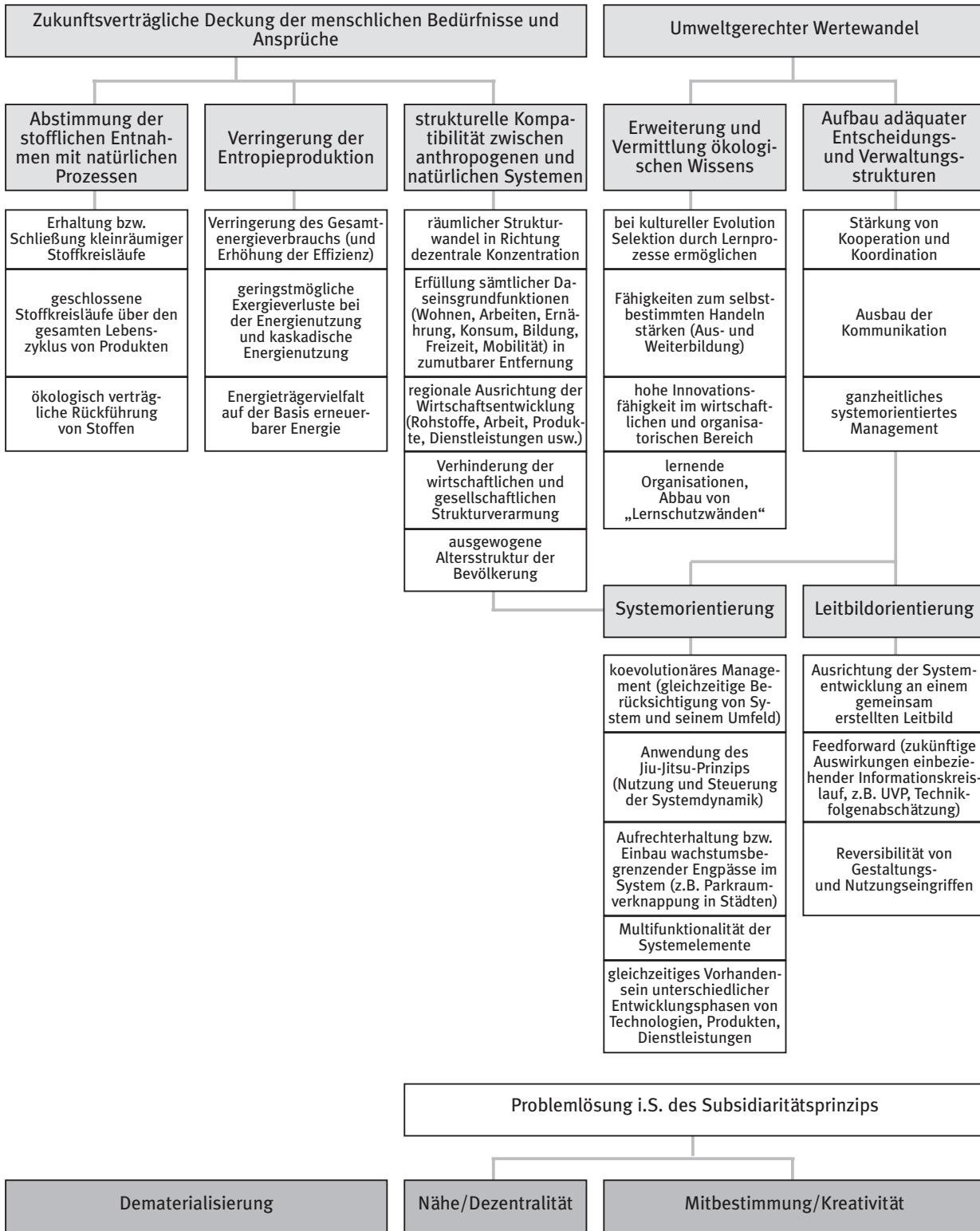


ABB. 15: ZIELSYSTEM ZUR FÖRDERUNG EINER NACHHALTIGEN ENTWICKLUNG VON GESELLSCHAFT UND WIRTSCHAFT.

Die Übertragung des Zielsystems auf die Werteebene führt als Ergebnis zu folgenden Werten:

- *Dematerialisierung (Überleitung von quantitativem in qualitatives Wachstum)*
- *Nähe/Dezentralität*
- *Mitbestimmung/Kreativität.*

#### Dematerialisierung:

Dematerialisierung bedeutet in bezug auf die Produktlinien die lebenszyklusweite (d.h. von der Wiege bis zur Wiege) Verringerung des Inputs von Materialien in die Wirtschaft einschließlich der für die Energieinputs bewegten Materialien und einschließlich aller ökologischen Rucksäcke (Materialinput abzüglich der Eigenmasse), die für die technische Befriedigung bestimmter Bedürfnisse benötigt werden. In bezug auf Wirtschaftsräume bedeutet Dematerialisierung die Verringerung des Materialinputs pro Kopf in definierten Wirtschaftsräumen über die Zeit<sup>1</sup>.

#### Nähe/Dezentralität:

Nähe und Dezentralität sind Werte zum Aufbau bzw. zur Erhaltung von (räumlichen) Beziehungsnetzen. Dezentralität umfasst Begriffe wie Kleinheit, Basisdemokratie, Subsidiarität, Entflechtung, Teilautonomie, Selbstbestimmtheit und Selbstentfaltung. Dezentralität ist ein Prinzip zur Komplexitätsbewältigung bei Erhaltung der Vielfalt.

#### Mitbestimmung/Kreativität:

Die Werte Mitbestimmung und Kreativität verwirklichen sich sowohl in der Entfaltung der Individualität unter

vorgegebenen (politischen, ökonomischen, rechtlichen, moralischen und ideologischen) Bedingungen als auch im Erringen um neue Bedingungen. Eine humane Gesellschaft ist nach HÖRZ ein solches soziales System, das eine Assoziation freier Individuen mit sozialer Gerechtigkeit und ökologisch verträglichem Verhalten umfasst. In der Schaffung der Strukturen eines derartigen sozialen Systems liegt die Herausforderung der Werte Mitbestimmung und Kreativität. Sie sind so auszulegen, dass sachkundige Entscheidungen und verantwortungsbewusstes Handeln den Glücksanspruch des einzelnen ohne Verletzung der Menschenrechte und ohne Zerstörung der natürlichen Lebensgrundlagen verwirklicht werden kann<sup>2</sup>.

Mit der Transformation ökologischer Lebensprinzipien in fünf gesellschaftliche Werte sind die grundlegenden Weichenstellungen für die inhaltliche Konzeption des EST-Modells erfolgt. Die ermittelten Werte sind als Qualitätssicherung für eine nachhaltige Entwicklung (etwa im Rahmen von Lokalen Agenda 21-Prozessen) zu verstehen: Der Konsens über ihre Wichtigkeit und ihre Verankerung in gesellschaftlichen Zielen und Maßnahmen stellt die Vereinbarkeit dieser Ziele und Maßnahmen mit dem Konzept der Nachhaltigen Entwicklung her.

Es muss hinzugefügt werden, dass die im Transformationsprozess abgeleiteten Ziele und Werte für das Human-System raumunabhängige Gültigkeit besitzen. Es handelt sich um generell anzustrebende Ziele und Werte zur Förderung einer nachhaltigen sozioökonomischen Entwicklung, die auf jeder beliebigen Raumeinheit diskutiert werden können und müssen. Die ermittelten fünf Grundwerte als Ergebnis des Transformationsprozesses fließen

<sup>1</sup> Siehe Schmidt-Bleek, F. (Hrsg.): MAIA. Einführung in die Material-Intensitäts-Analyse nach dem MIPS-Konzept. Wuppertal-Texte. Berlin, Basel, Boston 1998, S.92.

<sup>2</sup> Siehe Hörz, H. (Hrsg.): Selbstorganisation sozialer Systeme. Ein Verhaltensmodell zum Freiheitsgewinn. Münster Hamburg, o.J., S.31ff.

in die nächsten beiden Phasen 5 und 6 des Transformationsmodells ein, die methodische Anleitungen für die Umsetzung ökologischer Leitplanken auf regionaler Ebene enthalten.

### 3.5 Phase 5: Entwicklung von Leitbildern und Leitzielen

*Wenn du ein Schiff bauen willst, so trommle nicht Männer zusammen, um Holz zu beschaffen, Werkzeuge vorzubereiten, Aufgaben zu vergeben, sondern lehre die Menschen die Sehnsucht nach dem endlosen Meer.*

*Antoine de Saint-Exupéry*

Mit der Phase 5 „Entwicklung von Leitbildern und Leitzielen“ wird die Umsetzung ökologischer Leitplanken eingeleitet. Waren die Phasen 1 bis 4 des Transformationsmodells noch von allgemeiner Gültigkeit, so erfolgt mit der Leitbild- und Leitzielentwicklung eine Spezifizierung auf einen abgegrenzten Raum mit seiner bestimmten politischen, wirtschaftlichen und soziokulturellen Situation (Abb. 16).

Erste Voraussetzung für die Entwicklung von Leitbildern ist die Festlegung der räumlichen Bezugsebene. Die Region<sup>1</sup> gilt als die ideale Umsetzungsebene einer nachhaltigen Entwicklung und der darin eingebetteten ökologischen Leitplanken, da sich in ihr top down- und bottom up-Strategien treffen und verbinden. Sie ist einerseits nahe genug an der jeweiligen konkreten Ausgangssitu-

tion, um maßgefertigte Lösungen vorzusehen, aber auch weit genug von der Einzelhandlungsebene entfernt, um die systemischen Wirkungen dieser Handlungen beurteilen zu können. Die Leitbildentwicklung zu Beginn des Umsetzungsprozesses ökologischer Leitplanken ist unbedingt erforderlich, um die gemeinsame Richtung der unterschiedlichen Aktivitäten auf regionaler Ebene festzulegen.

Die Erstellung eines Leitbildes ist der grundlegende Schritt einer aktiven Zukunftsplanung, in der die langfristige gewünschte Entwicklungsrichtung einer Gemeinde bzw. Region festgelegt wird. Ein Leitbild entwickeln heißt, ein visionäres „Bild“ über einen gewünschten, in der Zukunft liegenden Zielzustand zu entwerfen. Es betrifft stets die Gesamtentwicklung einer Gemeinde oder Region und weist daher einen hohen Komplexitäts(Aggregations-)grad in seinen Aussagen auf. In der in Abb. 17 dargestellten Hierarchie nimmt es deshalb die oberste Stufe ein, während Leitlinien, Leitziele und Maßnahmen einen je stufenweise höheren Konkretisierungsgrad besitzen. Indikatoren sind schließlich Messinstrumente für die Erfolgskontrolle der Maßnahmenumsetzung.

In diesem Kapitel werden die inhaltlichen und methodischen Anforderungen an Leitbild, Leitlinien und Leitziele dargestellt. Maßnahmen und partizipative Indikatoren werden im Kapitel 3.6 (Phase 6 des Transformationsmodells) erläutert.

<sup>1</sup> Regionen stellen relativ geschlossene Einheiten von Naturhaushalt (Boden, Vegetation, Wasserhaushalt, etc.), Wirtschaft und Gesellschaft dar, die mehr als den örtlichen Zusammenhang betreffen, aber unterhalb der staatlichen Ebene angesiedelt sind. Siehe Akademie für Raumforschung und Landesplanung: Handwörterbuch der Raumordnung. Hannover 1995. S.805.

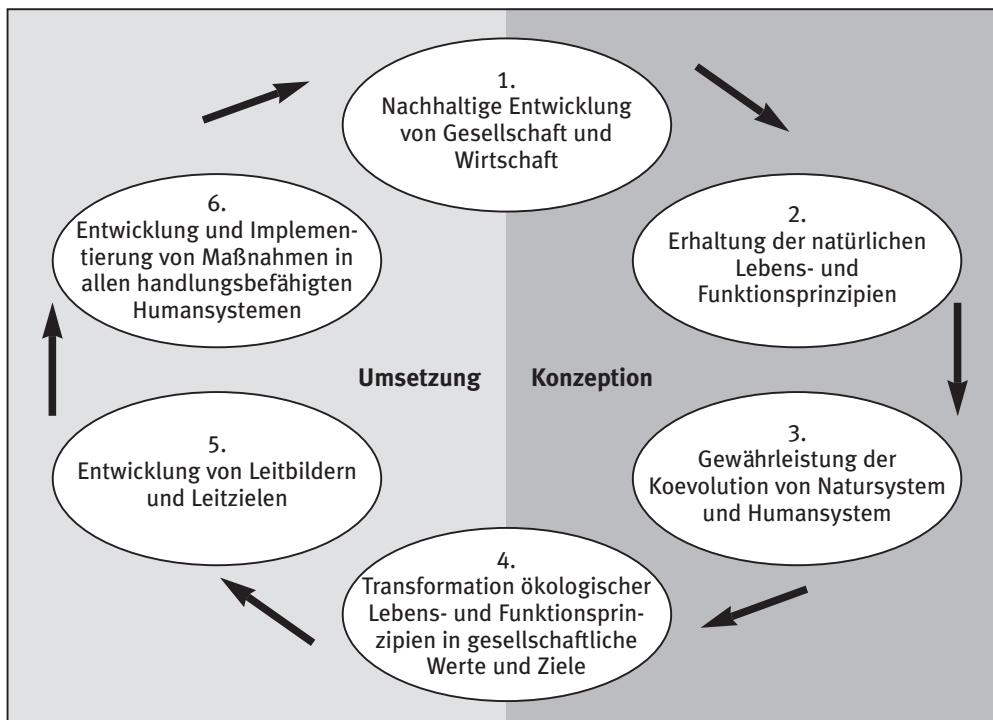


ABB. 16: ZWEIGLIEDERUNG DES EST-MODELLS IN INHALTLCHE KONZEPTION UND UMSETZUNG VON ÖKOLOGISCHEN LEITPLANKEN



ABB. 17: HIERARCHISCHE BEGRIFFSORDNUNG NACH DER KONKRETHEIT

### 3.5.1 Eigenschaften und Funktionen von Leitbildern

Der Zeithorizont des Leitbildes umfasst im Idealfall ca. 30 Jahre. Diese Zeitspanne sollte nicht kürzer sein, weil sonst das entworfene Bild der Zukunft noch zu sehr von der Gegenwart geprägt ist. Sie sollte aber auch nicht länger sein, weil sonst kaum ein Handlungsdruck auf die Gegenwart besteht. Der Zeitaspekt des Leitbildes ist auch eng verknüpft mit dem Perspektivenwechsel von der Auswirkungs- zur Ursachenebene: In der bisher praktizierten Problemorientierung wurden die in der Gegenwart erkannten Probleme in der unmittelbaren Zukunft zu lösen versucht, d.h. Ansatzpunkte für Lösungsfindungsprozesse waren stets nur die Symptome bzw. Auswirkungen von mehr oder weniger weit in der Vergangenheit zurückliegenden Ursachen. Die Leitbildorientierung stellt eine völlig andere Verfahrensweise dar: Der entworfene gewünschte Zukunftszustand in 30 bis 50 Jahren ist zugleich ein Summenbild über die Auswirkungen jener Handlungen, die in der Gegenwart gesetzt werden müssen. Die Gegenwart wird also aufgewertet zum aktiven Gestaltungszeitraum, da sie als Ursachenbereich für den angestrebten Leitbildzustand verstanden wird. In ihr müssen die grundlegenden Weichenstellungen in der Weise vorgenommen werden, dass der gewünschte Leitbildzustand auch erreicht wird.

Einem Leitbild werden drei Funktionen zugesprochen<sup>1</sup>:

#### a. Orientierung:

*Leitbilder bieten Orientierung, indem sich die Wahrnehmungs-, Denk- und Entscheidungsprozesse der Menschen an einem gemeinsamen Bezugspunkt im Zukunftsdenken ausrichten. Eine eindeutige Richtung für die zukünftige Entwicklung wird vorgegeben.*

#### b. Koordinierung:

*Leitbilder koordinieren diese Wahrnehmungs-, Denk- und Entscheidungsprozesse, indem sie als übergeordnete Zielvorstellung die in den alltäglichen Kooperations- und Kommunikationsprozessen auftretenden Spannungen abbauen. Die Betroffenen in einer Gemeinde bzw. Region besitzen durch das Vorhandensein eines Leitbildes weitgehende Erwartungskonformität über die zukünftige Entwicklung ihres Lebensraumes.*

#### c. Motivierung:

*Leitbilder spiegeln normative Werte wider und aktivieren auch immer emotionale Potentiale der Menschen. Ein Leitbild sollte sich nicht nur in den Köpfen verankern, sondern muss auch zur Herzenssache der Menschen werden. Damit kommt der strategische Charakter eines Leitbildes zum Ausdruck: Es muss attraktiv sein, Sehnsucht nach einer veränderten und verbesserten Zukunft wecken und Aufbruchsstimmung erzeugen.*

Die Wirkung eines Leitbildes ist in Abbildung 18 veranschaulicht. Sie besteht in der Ausrichtung der individuellen Entscheidungen und Handlungen auf eine gemeinsame Entwicklungszielrichtung.

Um tatsächlich erfolgreich zu sein, muss ein Leitbild von der breiten Bevölkerung mitgetragen werden. Dies kann erreicht werden, indem bereits die Ausarbeitung des Leitbildes in einem partizipativen Verständigungsprozess, an dem Akteure aus unterschiedlichsten gesellschaftlichen Bereichen (Verwaltung, Politik, Wirtschaft, Kultur, Gastronomie, Landwirtschaft, Schulen, Kirche, Jugendarbeit, Vereine usw.) beteiligt sind, erfolgt. Die Leitbilddiskussion dient der Vertrauensbildung unter den Akteuren,

<sup>1</sup> Siehe Rasmus, C.: Leitbilder für Lokale Agenda 21-Prozesse und deren Umsetzung. Vortrag anlässlich einer Tagung in Tutzing vom 12.–14.04.1999. In: 21 plus zwei, Nr. 10, Juli 1999, S.17.

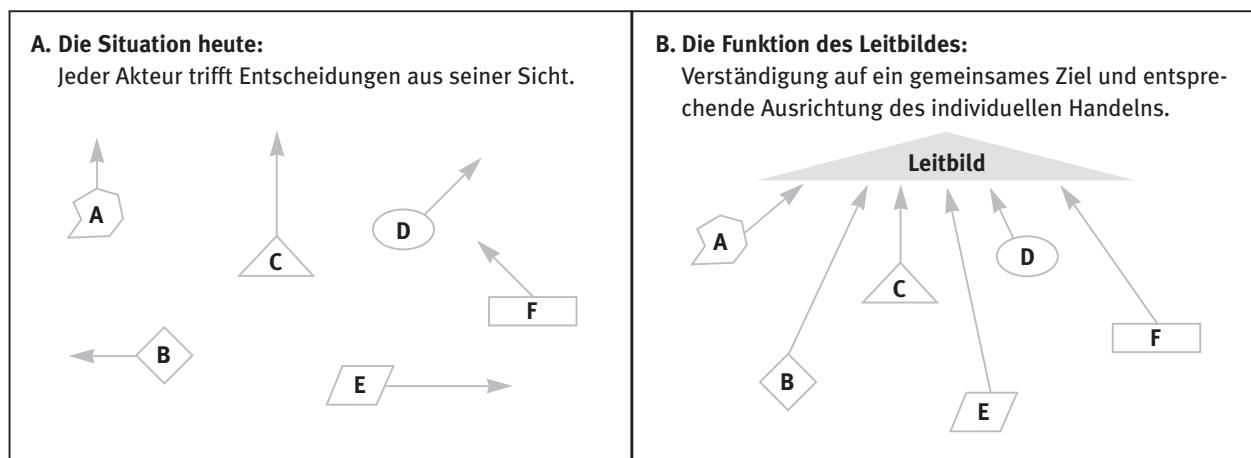


ABB. 18: DIE WIRKUNG EINES LEITBILDES

dem Aufbau von Dialogstrukturen und der Identifikation mit der gemeinsam entwickelten Vorstellung über eine zukunftsbeständige Region. Von wesentlicher Bedeutung ist, dass das Leitbild nicht durch Mehrheitsentscheid, sondern in einem konsensualen Prozess formuliert wird. Es muss das gemeinsame Dach bilden, unter dem sich alle Beteiligten (und alle zukünftigen Projekte) zusammenfinden und soll sämtliche gesellschaftliche Kräfte so orientieren, dass Einzelentscheidungen in Hinblick auf die gemeinsame Zukunftsvision ausgerichtet werden. In diesem Sinne trägt ein (regionales oder kommunales) Entwicklungsleitbild dazu bei, Einzelstrategien zu verhindern und dient als Richtschnur für die Überprüfung der Sinnhaftigkeit und der Umsetzung von Einzelprojekten<sup>1</sup>.

Die methodische Vorgangsweise der Leitbilderstellung kann auf zwei Arten erfolgen, die beide sicherstellen, dass das Leitbild mit dem Konzept der Nachhaltigen Entwicklung vereinbar ist.

**a. Säulen-Ansatz:**

*Die eine Möglichkeit ist, Perspektiven zu suchen, wie die Tragfähigkeit in den drei Säulen der Nachhaltigkeit, nämlich in der Natur, in der Gesellschaft und in der Wirtschaft, sichergestellt werden kann. Anzustreben ist die Bewahrung der natürlichen Ressourcen, eine soziale Verteilungsgerechtigkeit und eine ökonomische Leistungsfähigkeit.*

**b. Lebensqualitäts-Ansatz:**

*Die zweite Möglichkeit ist, Perspektiven zu suchen, wie die einzelnen Lebensbereiche Wohnen, Arbeit, Ernährung, Konsum, Bildung, Freizeit und Mobilität auf Dauer tragfähig gestaltet werden können.*

Mit diesen zwei verschiedenen Herangehensweisen werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie ein ganzheitlicher, integrativer Charakter eines Leitbildes geschaffen werden kann. Das Leitbild betrifft dann das „Gesamtsystem Gemeinde“ oder das „Gesamtsystem Region“ mit all seinen ökologischen, soziokulturellen, wirtschaftlichen, politischen etc. Aspekten. Viele der bis dato entwickelten Leitbilder haben hingegen einen sektoralen Charakter, d.h. sie betreffen jeweils nur ein Teilsystem (z.B. Wirtschafts-

<sup>1</sup> Siehe Kuhn, S., Suchy, G. und M. Zimmermann (Hrsg.): Lokale Agenda 21 - Deutschland. Kommunale Strategien für eine zukunftsbeständige Entwicklung. Berlin, Heidelberg 1998, S.10.

leitbild). Sektorale Leitbilder sollten jedoch erst zu einem späteren Zeitpunkt entwickelt werden, um deren Kompatibilität mit dem Gesamtleitbild sicherzustellen.

In der inhaltlichen Ausgestaltung des Leitbildes muss dessen Spezifizierung für die jeweilige Gemeinde oder Region zum Ausdruck kommen. Ein Leitbild einer bestimmten Gemeinde soll nicht auf eine andere beliebige Gemeinde übertragbar sein. Wenn diese Übertragbarkeit dennoch gegeben ist, dann ist das Leitbild noch zuwenig auf die konkrete Situation vor Ort zugeschnitten und zu allgemein. Die einzelnen Bürger werden sich damit nicht identifizieren können und daher auch die Leitbildinhalte nicht in das Handeln integrieren. Dies zeigt, dass letztlich jede Gemeinde oder Region, die sich nachhaltig weiterentwickeln will, ihr „eigenes“ Leitbild erstellen muss. Aber gerade in der Möglichkeit, das unmittelbare Lebensumfeld aktiv mitgestalten zu können, liegt der Reiz einer Leitbilderstellung.

Die sprachliche Formulierung des Leitbildes bewegt sich im Spannungsfeld zwischen Prägnanz und Unschärfe: Einerseits muss das Leitbild in prägnanter und griffiger Sprache sehr kurz, d.h. etwa im Umfang von ein bis zwei DIN A4 Seiten, formuliert werden, sodass es von jedem in der Gemeinde oder Region sofort verstanden werden kann. Nur so ist eine rasche Identifikation der Bürger mit dem Leitbild möglich. Je eingängiger die gesamte Leitbildbeschreibung ist, umso mehr werden es die Menschen in ihre Handlungen einbeziehen. Andererseits besitzt das Leitbild – wie wohl jede Beschreibung eines Zukunftszustandes – notwendigerweise eine gewisse Unschärfe in den Aussagen. Diese Unschärfe gibt aber zugleich jenen Freiraum, den jeder offene Arbeits-

prozess (wie es Agenda-Prozesse sind) benötigt, um flexibel auf neue, noch nicht erkennbare Entwicklungen reagieren zu können, ohne das Leitbild immer wieder ändern zu müssen.

### 3.5.2 Erarbeitung von Leitlinien und Leitzielen

Ausgangsbasis für die Entwicklung von Leitlinien und Leitzielen sind die fünf im Transformationsprozess abgeleiteten gesellschaftlichen Werte Vielfalt, Natürlichkeit/Sicherheit, Dematerialisierung, Nähe/Dezentralität und Mitbestimmung/ Kreativität. So wie die Leitbildentwicklung ist auch die Erarbeitung von Leitlinien und Leitzielen ein normativer Prozess, in welchen die Werthaltungen der an der Diskussion beteiligten Personen einfließen. Um die Vereinbarkeit der Ergebnisse mit dem Konzept der Nachhaltigen Entwicklung zu gewährleisten, ist ein Konsens über zumindest die fünf Grundwerte herbeizuführen. Die Werteliste kann erweitert werden, abhängig von der spezifischen Situation, mit der sich die Bürger momentan in ihrem Lebensraum konfrontiert sehen. Sie kann jedoch nicht gekürzt werden, wenn es darum geht, die Leitlinien und -ziele – wie immer sie im konkreten aussehen – am Prinzip der Nachhaltigkeit auszurichten. In diesem Sinne stellen die Grundwerte eine Mindestanforderung dar.

Ist mit der Erstellung eines Leitbildes ein gewünschter Zukunftszustand auf einem allgemeinen Niveau skizziert,

Themenbereiche \ Werte	Vielfalt	Natürlichkeit/ Sicherheit	Demateriali- sierung	Nähe/ Dezentralität	Mitbestimmung/ Kreativität
1	<b>Leitziel(e)</b>				
2					
3		<b>Leitlinie für den Themenbereich 3</b>			
4					
5					
...					

ABB. 19: LEITLINIEN- UND LEITZIELDEFINITION DURCH VERKNÜPFUNG VON GRUNDWERTEN MIT THEMENBEREICHEN

so muss im nächsten Schritt eine Konkretisierung durch die Definition von Leitlinien und Leitzielen erfolgen. Leitlinien und Leitziele beziehen sich nicht mehr – so wie das Leitbild – auf das Gesamtsystem, sondern auf einzelne Themenbereiche und legen fest, wie diese einen Beitrag zum Leitbild leisten können. Eine Leitlinie besteht aus ein bis zwei Grundsätzen für die Weiterentwicklung eines bestimmten (sektoralen) Themenbereiches, und wird wiederum durch konkretere Zielformulierungen, die sogenannten Leitziele, präzisiert.

Zur Ermittlung der Leitlinien und -ziele wird folgende methodische Vorgangsweise vorgeschlagen: Es wird eine zweidimensionale Matrix angelegt, in der die fünf aus dem Transformationsprozess abgeleiteten Werte mit den von den Akteuren als wichtig erachteten Themenbereichen verbunden werden (Abb. 19). Diese Themenbereiche sind grundsätzlich abhängig 1) von der Bezugsebene und den damit verbundenen Handlungsmöglichkeiten, 2) vom

Leitbild und 3) vom Ausmaß der Handlungsbereitschaft zu Veränderungen/Verbesserungen im jeweiligen Themenbereich. Wird als Bezugsebene die Region gewählt, so können als Themenbereiche, in denen auch Handlungskompetenz besteht, z.B. gewählt werden: Energie, Verkehr, Landwirtschaft und Kultur. Die so entstandenen Matrixfelder werden nun inhaltlich aufgefüllt, wobei jeder Grundwert für sich der Reihe nach mit den einzelnen verschiedenen Themenbereichen verknüpft wird. Auf diese Weise werden Leitziele definiert. Die fertig ausgearbeitete Matrix enthält in jedem Feld mindestens ein Leitziel. Durch die zeilenweise inhaltliche Summierung der Leitziele können grundsätzliche Aussagen über die gewünschten und angestrebten Entwicklungsrichtungen für die jeweiligen Themenbereiche getroffen werden. Die Entwicklungsgrundsätze für einen bestimmten Themenbereich stellt die sogenannte Leitlinie dar (schwarze horizontale Linie in Abb. 19).

Die Matrix bietet ein Hilfsmittel dafür, die Integration von normativen Werten in die handlungsrelevanten Leitziele sicherzustellen. Durch die Vorgabe der fünf, im Transformationsprozess ermittelten Werte, stellt sie auch sicher, dass implizit die in der Natur vorgegebenen Rahmenbedingungen Berücksichtigung finden (Qualitätssicherung). So wie das übergeordnete Leitbild, müssen auch die Leitziele normativen Charakter besitzen, sofern sie mit dem Konzept der Nachhaltigen Entwicklung vereinbar sein sollen. Die Formulierung und normative Prägung des Leitbildes erfolgt noch auf einem sehr allgemeinen Niveau, auf dem die am Diskussionsprozess Beteiligten relativ leicht zu einem Konsens finden können. Schwieriger ist hingegen die Konsensfindung bei der Definition der bereits weitaus konkreteren Leitziele, sowie deren normative Verankerung. Ein Vorgehen nach der Matrixmethode bietet vor allem zwei Vorteile. Zum einen kann mit ihr die notwendige Wertediskussion „vorverlegt“ werden, d.h. sie erfolgt bei der Bestimmung der einzelnen Leitziele und Maßnahmen nicht mehr grundsätzlich, sondern nur mehr ergänzend. Zum anderen kann die Leitzielerarbeitung, die in einem offenen Gruppenprozess mit Akteuren aus unterschiedlichsten Erfahrungshintergründen erfolgt, richtungsweisend gestaltet und zu einem rascheren Erfolg hingeführt werden.

Es wird in der ersten Umsetzungsperiode nicht möglich sein, gleich alle festgelegten Leitziele in handlungsrelevante Maßnahmen (Projekte) zu konkretisieren und umzusetzen. Vielmehr wird eine pragmatische Einteilung der Leitziele in solche, die unmittelbar (d.h. in den nächsten ein bis zwei Jahren) umgesetzt und solche, die erst zu einem späteren Zeitpunkt aufgegriffen werden können,

erfolgen. Ob ein Leitzieldfeld zu einem unmittelbaren Handlungsfeld wird, hängt ab vom Stärken-/Schwächen-Profil der Gemeinde, der Handlungsbereitschaft engagierter Akteure, dem Vorhandensein der benötigten Finanzmittel, etc. Handlungsfelder zeichnen sich dadurch aus, dass sie zeitgebunden in die momentane Situation der Gemeinde bzw. Region hineinpassen.

### 3.6 Phase 6: Ableitung von Maßnahmen und Indikatoren

Die Phase 6 im EST-Modell mit dem Arbeitstitel „Entwicklung und Implementierung von Maßnahmen in allen handlungsbefähigten Humansystemen“ stellt eine weitere Konkretisierungsstufe dar. Innerhalb der abgesteckten Handlungsfelder werden Maßnahmen formuliert, die neben dem Arbeitsinhalt auch die zuständigen Personen, den Zeitrahmen und die notwendigen finanziellen bzw. materiellen Mittel festlegen sollen. Die Implementierung der definierten Maßnahmen in die Praxis trägt dazu bei, dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft näherzukommen. Dieser gedankliche Kreisschluss ist im Transformationsmodell durch den von Phase 6 zu Phase 1 eingezeichneten Pfeil verdeutlicht (vgl. Abb. 16). Er bringt außerdem den hohen integrativen Charakter des Transformationsmodells zum Ausdruck: Ökologische Leitplanken, die die Sicherung der natürlichen Umwelt und Ressourcen für zukünftige Generationen gewährleisten sollen, müssen sich im gesellschaftlichen

und wirtschaftlichen Bereich (Ursachenbereich) manifestieren, um wirklich wirkungsrelevant zu sein.

Die sechste und letzte Phase des EST-Modells umfasst die Konkretisierung der Leitziele in unmittelbar handlungsrelevante Maßnahmen, deren Implementierung sowie die Überprüfung der Umsetzungsfortschritte. Diese Phase schließt das EST-Modell jedoch nicht ab, weil eine erfolgreiche Maßnahmenumsetzung nur einen Beitrag leistet zur Erreichung des obersten Ziels im Modell, der nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft (Phase 1), aber dieses Ziel nicht insgesamt einzulösen vermag. Der in Abbildung 16 eingezeichnete Pfeil von Phase 6 zu Phase 1 ist auch mit dieser Einschränkung zu verstehen. Das ökologisch-gesellschaftliche Transformationsmodell ist mit der erfolgreichen Implementierung einzelner Projekte und Maßnahmen nicht abgearbeitet, sondern beginnt im Sinne der Prozessorientierung unter Berücksichtigung der induzierten Veränderungen von vorne. Mit dem ersten Durchlaufen aller sechs Modellphasen wurde lediglich ein Entwicklungsprozess zur Umsetzung des dem Transformationsmodell zugrundeliegenden Konzeptes ökologischer Leitplanken in Gang gesetzt, der aber nie abgeschlossen ist.

### 3.6.1 Kriterien für die Maßnahmendefinition

Die Konkretisierung der Leitziele in unmittelbar handlungsrelevante Maßnahmen muss erstere von letzteren klar abgrenzen. Oft besteht keine exakte Trennung zwischen den Begriffen bzw. Eigenschaften „Ziel“ und „Maßnahme“. Vielmehr verhält es sich so, dass die meisten Inhalte sowohl Ziel- als auch Maßnahmencharakter besitzen, allerdings in einem unterschiedlichen Verhältnis: Globale, komplexe Inhalte haben einen starken Ziel- und einen schwachen Maßnahmencharakter, während detailliertere einen ausgeprägten Maßnahmen- und einen geringeren Zielcharakter aufweisen.

Bei der Maßnahmendefinition ist es daher von entscheidender Bedeutung, dass der betreffende Handlungsauftrag klar und eindeutig transportiert wird und die Maßnahmenumsetzung ohne Zeitverzögerung in Angriff genommen werden kann. Es empfiehlt sich daher, Maßnahmen möglichst detailliert – ähnlich „Kleinprojekten“ – auszuformulieren, wobei folgende Kriterien beachtet werden sollen:

- *klare Abgrenzung des Handlungsauftrages (was?)*
- *Festlegung des Zeitrahmens, innerhalb dessen die Maßnahme umzusetzen ist (wann?)*
- *Festlegung der für die Maßnahmenumsetzung zuständigen Person(en) (wer?)*
- *Sicherstellung der notwendigen finanziellen und materiellen Mittel (womit?)*

Werden diese vier Kriterien in die Maßnahmendefinition miteinbezogen und fixiert, so wird gleichzeitig bereits die Überleitung in den Umsetzungsprozess hergestellt. Zeitverzögerungen können auf diese Weise verhindert werden.

### 3.6.2 Erfolgskontrolle durch partizipative Indikatoren

Um zu überprüfen, ob die gewählten Maßnahmen geeignet sind, die Leitziele zu erreichen bzw. um notwendige Nachbesserungen bei den Maßnahmen vornehmen zu können, muss in einem angepassten Zeitabstand eine Erfolgskontrolle durchgeführt werden. Ein mögliches Messinstrument dafür sind Indikatoren. Indikatoren sind „Anzeiger“ und geben Auskunft darüber, ob und wie weit die bisher geleistete Umsetzungsarbeit zur Realisierung der Leitziele sowie der im Leitbild festgehaltenen Zielerreichung beigetragen hat. Sie sollen komplexe Systemzusammenhänge nachvollziehbar und transparent veranschaulichen, in der Bevölkerung eine starke bewusstseinsbildende Funktion ausüben und ein zielgerichtetes Weiterarbeiten forcieren.

Werden Indikatoren in einem gemeinschaftlichen Arbeitsprozess von den Bürgerinnen und Bürgern (von denjenigen Personen, die bereits an der Leitbild- und Leitzielarbeitung beteiligt waren) diskutiert und ausgewählt, so spricht man von partizipativen Indikatoren. Der Vorteil von partizipativen Indikatoren liegt in der bewusstseinsbildenden Motivation und Identifikation der ansässigen Bevölkerung mit der Maßnahmenumsetzung. Die Entwicklung von Indikatoren im Gemeinschaftsprozess ist – so wie das Leitbild und die Leitziele auch – stets subjektiv, da sie die Werthaltungen aller am Diskussionsprozess Beteiligten beinhaltet. Die Verwendung eines bestimmten Indikators beruht also nicht unbedingt darauf, dass er am besten geeignet ist, objektive Aussagen über den Zustand eines Systems zu treffen, sondern offenbar darauf, dass in der Gruppe Konsens darüber herrscht, dass er dazu in der Lage sei.

Indikatoren werden quantitativ in Form von Messwerten angegeben und geben Auskunft über Menge, Konzentration, Verteilung, Häufigkeit, Anteil etc. eines bestimmten Vorkommisses. Ob ein Indikator ausgewählt wird, hängt daher entscheidend davon ab, ob die Datenverfügbarkeit sichergestellt und der Aufwand der Datenbereitstellung vertretbar ist. Weiters ist bei der Indikatorenerstellung darauf zu achten, dass die Überschaubarkeit der Indikatoren bewahrt bleibt und mit eher wenigen Indikatoren das Auslangen gefunden wird. Empfohlen wird eine Beschränkung auf eine Anzahl von 8 bis 12 Indikatoren (pro Gemeinde bzw. Region) mit einer starken Aussagekraft. Dies deshalb, weil eine Gesamtaussage zu treffen immer schwieriger wird, je mehr Indikatoren verwendet werden. Die Kunst der Indikatorenauswahl besteht im Finden des rechten Maßes zwischen präziser Aussagefähigkeit auf der einen Seite und notwendiger Vereinfachung auf der anderen Seite.

Empfehlenswert ist eine Auswahl von Indikatoren aus folgenden drei Gruppen:

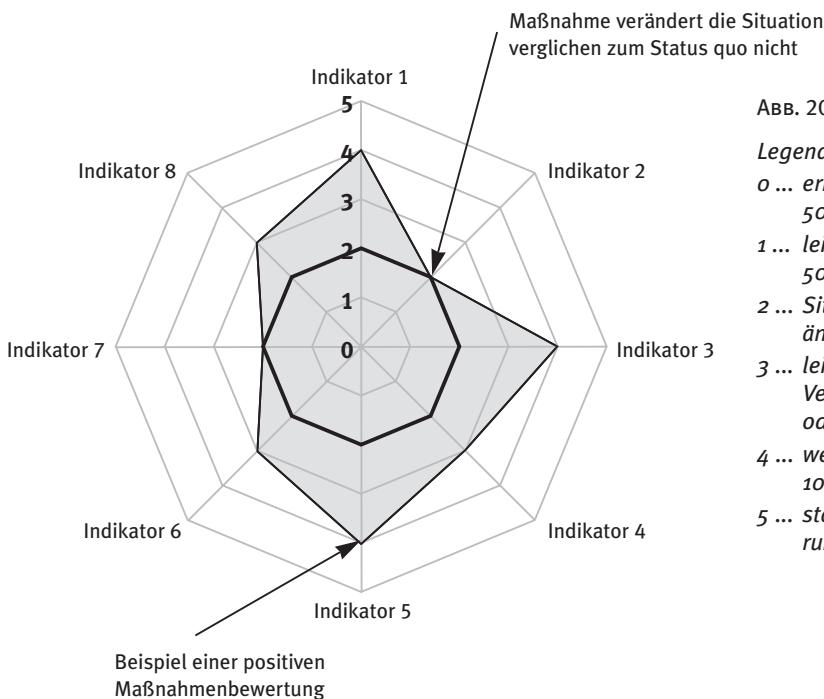


ABB. 20: DER INDIKATOREN-KOMPASS

*Legende:*

- o ... erhebliche Verschlechterung (Rückgang von über 50 Prozent gegenüber dem Vergleichsfall)
- 1 ... leichte Verschlechterung (Rückgang von bis zu 50 Prozent gegenüber dem Vergleichsfall)
- 2 ... Situation bleibt gleich (Maßnahmen haben keine Veränderung bewirkt)
- 3 ... leichte Verbesserung (Verbesserung in Hinblick auf den Vergleichsfall, die entweder quantitativ unbekannt ist oder unter 100 Prozent liegt)
- 4 ... wesentliche Verbesserung (Verbesserung um 100 Prozent, Faktor 2)
- 5 ... starke Verbesserung (mindestens vierfache Verbesserung, Faktor 4)

- *Leitbild-Indikatoren beziehen sich auf die Sicherung der ökologischen, ökonomischen und sozialen Tragfähigkeit und werden direkt aus dem Leitbild abgeleitet.*
- *Themenbereichs-Indikatoren beziehen sich auf die ausgewählten Themenbereiche in der Matrix zur Leitzieldefinition. Aus jedem Themenbereich ist ein zentraler Indikator zu ermitteln.*
- *Meilenstein-Indikatoren sind ergänzende Indikatoren in Hinblick auf besondere Problemlagen oder Anliegen einer Region.*

Die Entscheidung für bestimmte Indikatoren ist immer als vorläufig anzusehen. Sollte sich herausstellen, dass sie nicht mehr gebraucht werden, weil sie z.B. bereits erfüllt sind, oder es besteht kein Konsens mehr über ihre Notwendigkeit, so können sie ausgetauscht oder modifiziert werden. Diese Dynamik der Indikatoren stellt keine Schwäche dar, sondern unterstreicht den Prozesscharakter

der Maßnahmenimplementierung und Leitzielrealisierung.

Sind die Indikatoren ausgewählt, so bietet der Indikatorenkompass eine gute Möglichkeit der Visualisierung von Veränderungen im Zuge der Maßnahmenumsetzung (Abb. 20). Im Indikatorenkompass werden die ermittelten Indikatoren an den Ecken des Spinnendiagramms aufgetragen. Die Linie 2 gilt als Ausgangslinie, sie bildet den Ist-Zustand zu Beginn der Maßnahmenumsetzung ab. Nach einer Zeitspanne von ca. einem Arbeitsjahr werden die einzelnen Indikatoren bewertet, die Ergebnisse in den Indikatorenkompass eingetragen (siehe Legende zur Skalierung von 0 bis 5) und miteinander verbunden. Die sich auf diese Weise ergebende Fläche macht ersichtlich, in

welchen Bereichen Verbesserungen, Verschlechterungen oder keinerlei Veränderungen eingetreten sind. Damit können Handlungsschwerpunkte für das darauffolgende Jahr gesetzt werden.

Der wesentliche Vorteil des Indikatorenkompasses besteht darin, dass mit relativ geringem Zeit- und Arbeitsaufwand die Gesamtaussage über den Zwischenstand der bisher geleisteten Umsetzungsarbeit visualisiert werden kann. Generell gilt: Je größer die Fläche über der Linie 2 (Ausgangssituation), desto größer ist die Verbesserung. Ein weiterer Vorteil ist die vielseitige Anwendbarkeit des Indikatorenkompasses, da er sowohl für die gesamte Gemeinde bzw. Region (Makroebene) als auch für einzelne Projekte und Maßnahmen (Mikroebene) verwendet werden kann.

Dass nicht jeder Indikator für sich alleine betrachtet werden kann, wird klar, wenn man sich vor Augen führt, dass

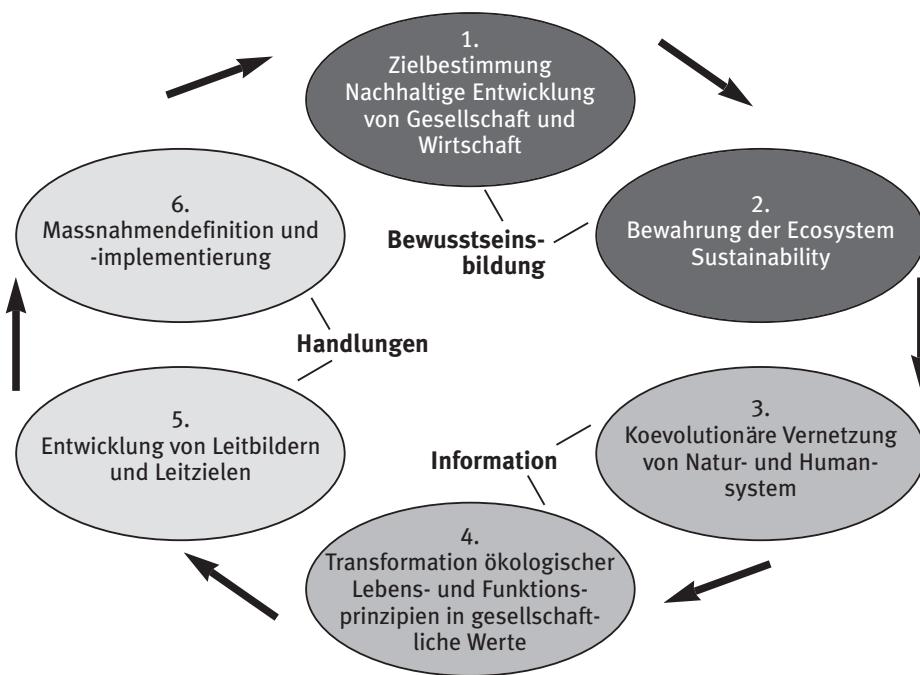
bei der Aggregation der vielfältigen Daten bestimmte Erhebungen eventuell doppelt in den Indikatoren vorkommen, andere dafür aber ganz verschwinden. Es ist daher wichtig zu beachten, dass für die Entwicklung der Gemeinde bzw. Region unbedingt die Gesamtheit der Indikatoren betrachtet werden muss. Verschlechtert sich beispielsweise ein Indikator, so muss dies nicht zwangsläufig auch bedeuten, dass die Entwicklung in die falsche Richtung geht. Denn andere Bereiche können sich trotz oder sogar wegen der Verschlechterung eines Indikators verbessern. (Z.B. Es ist zunächst nicht nachhaltig, wenn sich der Schuldenstand der Region erhöht. Sind die Schulden jedoch gemacht worden, um z.B. ein neues Mobilitätsmanagement umzusetzen und verbessert sich dadurch der Indikator „PKW-Bestand“ in der Region, so wird deutlich, dass die beiden Indikatoren unmittelbar miteinander verknüpft sind.)



# 4

## ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Die Qualität und der Erfolg eines Leitplanken-Ansatzes besteht zum einen in der wissenschaftlich-theoretischen Fundiertheit, die seine prinzipielle Umsetzbarkeit sicherstellt und zum anderen in seiner tatsächlichen Umsetzung in die Praxis. Damit die Umsetzung gelingen kann, müssen die gegenwärtigen Probleme, die möglichen Lösungsansätze und schließlich der dringliche Handlungsbedarf vermittelt werden. Ein Leitplanken-Ansatz sollte daher neben einem konkreten Handlungsprogramm auch ein bewusstseinsbildendes Theoriefundament umfassen, in dem die Akzeptanz für das Handlungsprogramm selbst geschaffen wird.



Ein Leitplanken-Konzept besteht nach dieser Auffassung aus drei Stufen:

- a. Bewusstseinsbildung über die gegenwärtige Problem-situation,*
- b. Information über mögliche Lösungsansätze,*
- c. Festlegen und Durchführen von Handlungen, die zur Lösung des Problems führen.*

Das EST-Modell ist ein Leitplanken-Ansatz, der allen drei Stufen gerecht wird. Die Phasen 1 und 2 dienen der Bewusstseinsbildung über gegenwärtige ökologische Probleme, wobei bereits Visionen (Lösungsansätze) aufgezeigt werden. Die Phasen 3 und 4 bieten Informationen über notwendige Voraussetzungen zur Lösung ökologischer Probleme und erst die Phasen 5 und 6 stellen das eigentliche Handlungsprogramm dar (Abb. 21).

Es ist von wesentlicher Bedeutung, dass alle drei Stufen ausreichend Berücksichtigung finden. Meist besteht die Tendenz, dass Leitplanken-Konzepte mehr oder weniger reine Handlungsprogramme darstellen, kaum oder nicht bewusstseinsbildende Funktion aus-

ABB. 21: UNTERGLIEDERUNG DES EST-MODELLS IN BEWUSSTSEINSBILDUNG, INFORMATION UND HANDLUNGEN

üben und auch nicht genügend Informationen über mögliche Lösungsansätze bieten. In solchen Fällen besteht die Gefahr, dass das Leitplanken-Konzept nicht oder erst mit starker Zeitverzögerung umgesetzt wird, da die zuständigen Personen bzw. die Öffentlichkeit dessen Notwendigkeit zuwenig anerkennen und es in Folge insgesamt nicht akzeptieren. Eine der Hauptaufgaben von Leitplanken-Konzepten ist daher, motivierende Betroffenheit und Handlungsbereitschaft zu erzeugen.



## IITERATURVERZEICHNIS

### A

Akademie für Raumforschung und Landesplanung: Handwörterbuch der Raumordnung. Hannover 1995.

Altner, G.: Technisch-industrieller Fortschritt. Seine Orientierung an Grundsätzen und Perspektiven von Natur und Naturgeschichte. In: Zwierlein, E. (Hrsg.): *Natur als Vorbild. Was können wir von der Natur zur Lösung unserer Probleme lernen?* Philosophisches Forum Universität Kaiserslautern Bd. 4, Idstein 1993, S.9–23.

Altner, G.: Thesen zu Moral und Recht. In: Schneider, M. und Karrer, A. (Hrsg.): *Die Natur ins Recht setzen. Ansätze für eine neue Gemeinschaft allen Lebens.* Karlsruhe 1992, S.67–72.

Altner, G.: Wahrnehmung der Interessen der Natur. In: Meyer-Abich, K.M. (Hrsg.): *Frieden mit der Natur.* Freiburg 1979, S.112–130.

Amery, C.: Natur als Politik. Die ökologische Chance des Menschen. Hamburg 1976.

Ashby, W.R.: Einführung in die Kybernetik. Frankfurt am Main 1974.

### B

Bach, H.: Bäuerliche Landwirtschaft im Industriezeitalter. Ansatz zu einer ganzheitlichen Theorie der Agrarpolitik. Beiträge zur ganzheitlichen Wirtschafts- und Gesellschaftslehre, Band 4, Berlin 1967.

Bateson, G.: Ökologie des Geistes. Anthropologische, psychologische, biologische und epistemologische Perspektiven. Frankfurt/Main 1985.

Beer, S.: Kybernetische Führungslehre. Frankfurt/M., New York 1973.

Begon, M., Harper, J.L. und C.R. Townsend: Ökologie. Individuen, Populationen und Lebensgemeinschaften. Basel Boston Berlin 1991.

Bick, H.: Ökologie. Grundlagen, terrestrische und aquatische Ökosysteme, angewandte Aspekte. Stuttgart New York 1989.

Bierter, W. und Schmidt-Bleek, F.: Technische Dimensionen der Dematerialisierung für die Wirtschaftsentwicklung Österreichs sowie Folgerungen für die Forschungs- und Technologiepolitik. Studie des Factor 10 Institute, November 1998.

Binswanger, M.: Die Irreversibilität entropischer Prozesse in der Ökonomie. In: Heege, R. und Wehrt, H. (Hrsg.): *Ökologie und Humanökologie. Beiträge zu einem ganzheitlichen Verstehen unserer geschichtlichen Lebenswelt.* Frankfurt am Main 1991, S.85–115.

Blackstone, W.T. (Ed.): Philosophy and Environmental Crisis. University of Georgia Press, Athens 1974.

Blume, H.-P. und Ahlsdorf, B.: Prediction of Pesticide Behavior in Soil by Means of Simple Field Tests. In: *Ecotoxicology and Environment Safety* 1993: 26, S.313–322.

Blume, H.-P. und Brümmer, G.: Prediction of Heavy Metal Behavior in Soil by Means of Simple Field Tests. In: *Eco-toxicology and Environmental Safety*, 1991:22, S.164–174.

Blume, H.-P.: Handbuch des Bodenschutzes. Landsberg 1992.

Bossel, H.: Ecological Orientors: Emergence of Basic Orientors in Evolutionary Self-Organization. In: Müller, F. and Leupelt, M. (Eds.): *Eco Targets, Goal Functions and Orientors.* Berlin, Heidelberg 1998. 19–23.

Bossel, H.: *Ecosystem and Society: Orientation for Sustainable Development*. In: Müller, F. und Leupelt, M. (Eds.): *Eco Targets, Goal Functions and Orientors*. Berlin, Heidelberg 1998. 366–380.

Bossel, H.: *Globale Wende. Wege zu einem gesellschaftlichen und ökologischen Strukturwandel*. München 1998.

Bossel, H.: *Indicators for sustainable development: Theory, Method, Applications. A Report to the Balaton Group*. Winnipeg, Manitoba 1999.

Bossel, H.: *Selbstorganisation, Leitwerte, Leitbilder und Nachhaltige Entwicklung*. In: Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr (Hrsg.): *Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaft. Theorien und Modelle*. Wien 1998.

Bossel, H.: *Umweltwissen. Daten, Fakten, Zusammenhänge*. 2. Aufl., Berlin, Heidelberg 1994.

Breckling, B.: *Der Begriff Nachhaltigkeit aus der Sicht der ökologischen Theorie*. In: BMWV (Hrsg.): *Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaft. Theorien und Modelle*. Wien 1998, S.74–88.

Bresch, C.: *Zwischenstufe Leben*. München 1977.

Bruckner, T., Petschel-Held, G. und F. Toth: *The Tolerable Windows Approach to Global Warming*. Paper presented at the World Congress of Environmental and Resource Economists, June 25–27, 1998, Venice, Italy.

Buchberger, E. und Suk, W. (Hrsg.): *Kleines Soziallexikon*. 3. Aufl., Linz 1988.

Bundesministerium für Wissenschaft, Verkehr und Kunst: *Biodiversitätsforschung in Österreich*. Wien 1996.

Bünstorff, G. und Sartorius, C.: *Selbstorganisation als „Missing Link“?* In: *Ökologisches Wirtschaften* 3–4/1998.

## C

---

Capra, F.: *Lebensnetz. Ein neues Verständnis unserer Welt*. Berlin, München, Wien 1996.

Capra, F.: *Systemdenken in der Naturwissenschaft als Grundlage ökologischer Ethik*. Klagenfurter Beiträge zur Technikdiskussion. Heft 48, wörtliche Vortragsmitschrift vom 11.6.1986 in Innsbruck.

Centre for Our Common Future: *Erdgipfel 1992. Agenda für eine nachhaltige Entwicklung. Eine allgemein verständliche Fassung der Agenda 21 und der anderen Abkommen von Rio. Genf 1993*.

Chapin III, F.S., Torn, M.S. and M. Tateno: *Principles of Ecosystem Sustainability*. In: *The American Naturalist* 1996, vol. 148, p.1016–1037.

Churchman, C.W.: *Philosophie des Managements. Ethik von Gesamtsystemen und gesellschaftliche Planung*. 2. Aufl., Bern, Stuttgart 1980.

Costanza, R. und Patten, P.C.: *Defining and predicting sustainability*. In: *Ecological Economics*. 1995, vol. 15, S.193–196.

## D

---

Da Silva Matos, I. und Hofmann, M.: *Wasser und Nachhaltigkeit*. In: *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung*. Jg. 10 (1997), H. 2, S.230–244.

Daly, H.: *Die Gefahren des freien Handels*. In: *Spektrum der Wissenschaft*, Januar 1994, S.40–46.

Daly, H.: *Steady State Economics*. San Francisco 1977.

Dörner, D.: *Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Reinbek 1998.

Dürr, H.-P.: *Die Zukunft ist ein unbetretener Pfad. Bedeutung und Gestaltung eines ökologischen Lebensstils*. Freiburg i. Br. 1995.

## E

Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 12. Deutschen Bundestages (Hrsg.): *Die Industriegesellschaft gestalten – Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen*. Bonn 1994.

Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages (Hrsg.): *Institutionelle Reformen für eine Politik der Nachhaltigkeit*. Berlin Heidelberg 1998.

Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages (Hrsg.): *Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung*. Abschlußbericht, Bonn 1998.

## F

Feinberg, J.: *Die Rechte der Tiere und zukünftiger Generationen*. In: Birnbacher, D. (Hrsg.): *Ökologie und Ethik*. Stuttgart 1980, S.140–179.

Fischer-Kowalski, M. et al.: *Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur*. Amsterdam 1997.

Forum für Klima und Global Change, Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften (Hrsg.): *Visionen der Forschenden. Forschung zu Nachhaltigkeit und Globalem Wandel – Wissenschaftspolitische Visionen der Schweizer Forschenden*. 2. Aufl., Bern 1998.

Forum Österreichischer Wissenschaftler für Umweltschutz (Hrsg.): *Zukunftsverträgliche Entwicklung. Für eine ökologische Wirtschaftspolitik in Österreich*. Umweltforum Nr. 5, 1994.

Fromm, E.: *Haben oder Sein. Die seelischen Grundlagen einer neuen Gesellschaft*. Stuttgart 1976.

Funtowicz, S. und Ravetz, J.: *Science for the Post-Normal Age*. In: *Futures* 1993 (25): 739–755.

Georgescu-Roegen, N.: *The Entropy Law and the Economic Process*. 2. print, Harvard University Press, Cambridge 1974.

## H

Haber, W.: *Ökologische Grundlagen des Umweltschutzes*. Bonn 1993.

Häberli, R. und Grossenbacher-Mansuy, W.: *Transdisziplinarität zwischen Förderung und Überforderung. Erkenntnisse aus dem SPP Umwelt*. In: *GAIA* 7 (3), 1999, S.196–213.

Hahne, U.: *Das Regionstypische als Entwicklungschance? Informationen zur Raumentwicklung*. Heft 7/8, 1987, S.465–472.

Haken, H. und Wunderlin, A.: *Synergetik: Prozesse der Selbstorganisation in der belebten und unbelebten Natur*. In: Dress, A., Hendrichs, H. und G. Küppers: *Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft*. München 1986, S.35–60.

Hartkopf, G. und Bohne, E.: *Umweltpolitik Bd.1. Grundlagen, Analysen und Perspektiven*. Opladen 1983.

Hedrich, R.: *Die Entdeckung der Komplexität*. 1994.

Heege, R. und Wehrt, H. (Hrsg.): *Ökologie und Humanökologie: Beiträge zu einem ganzheitlichen Verstehen unserer geschichtlichen Lebenswelt*. Frankfurt am Main 1991.

Held, M.: *Geschichte der Nachhaltigkeit. Überarbeitete Fassung eines Vortrages am 30. 9. 1998*. Tutzing 1999.

Heydemann, B.: Strategien der Evolution. In: Politische Ökologie. September 1999, 17. Jg., Nr. 62, S.46–48.

Hillmann, K.-H.: Umweltkrise und Wertwandel. Die Umwertung der Werte als Strategie des Überlebens. Frankfurt am Main 1981.

Hörz, H. (Hrsg.): Selbstorganisation sozialer Systeme. Ein Verhaltensmodell zum Freiheitsgewinn. Münster, Hamburg, o.J.

Immler, H.: Natur als Produktionsfaktor und als Produkt. Gedanken zu einer physisch begründeten Ökonomie. In: Dürr, H.P. und Gottwald, F.-T. (Hrsg.): Umweltverträgliches Wirtschaften: Denkanstöße und Strategien für eine ökologisch nachhaltige Zukunftsgestaltung. Münster 1995, S.104–118.

Independent Commission on Population and Quality of Life: Visionen für eine bessere Lebensqualität. Basel, Boston, Berlin 1998.

Institut für Organisationskommunikation (IFOK): Zukunftsfähigkeit lernen. Kurzfassung zum Diskurs-Projekt ‘Bau- steine für ein zukunftsfähiges Deutschland’ im Auftrag vom Verband der Chemischen Industrie und von der IG Bergbau, Chemie, Energie mit einem Kommentar von Edgar Gärtner. Krefeld 1997.

Jantsch, E.: Die Selbstorganisation des Universums. Vom Urknall zum menschlichen Geist. München, Wien 1992.

Jonas, H.: Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. Frankfurt am Main 1984.

Jørgensen, S.E.: Thermodynamik offener Systeme. In: Fränzle, O., Müller, F. und W. Schröder (Hrsg.): Handbuch der Ökosystemforschung. 1996, Kap. III–1.6.

## K

Kanatschnig, D.: Vorsorgeorientiertes Umweltmanagement. Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft. Linzer Universitätsschriften, Monographien 14, Wien, New York 1992.

Kanatschnig, D. und Ömer, B.: Grundlagen einer integrativen Umsetzung des Nationalen Umweltplanes für Österreich. Schriftenreihe des Österreichischen Instituts für Nachhaltige Entwicklung, Band 1, Wien 1996.

Kanatschnig, D. und Ömer, B.: Nachhaltigkeit als sozioökonomisches und kulturlandschaftliches Entwicklungsleitbild – Eine Analyse der Interdependenzen und Synergien. Wien 1997.

Kanatschnig, D., Weber, G. et al.: Nachhaltige Raumentwicklung in Österreich. Schriftenreihe des Österreichischen Instituts für Nachhaltige Entwicklung, Band 4, Wien 1998.

Kauffman, S.: Der Öltropfen im Wasser. Chaos, Komplexität, Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft. München Zürich 1996.

Knaus A. und Renn, O.: Den Gipfel vor Augen – Unterwegs in eine nachhaltige Zukunft. Marburg 1998.

Knoepfel, P.: Zur unzumutbaren Rolle der Naturwissenschaften in der umweltpolitischen Debatte. GAIA 3/1992, S.175–180.

Korff, W.: Technik, Ökologie, Ethik. In: Kirche und Gesellschaft. Nr. 91, 1982.

Krebs, F. und Bossel, H.: Emergent value orientation in self- organization of an animat. In: Ecological Modelling 1997, vol. 96, 143–164.

Kuhn, S., Suchy, G. und M. Zimmermann (Hrsg.): Lokale Agenda 21 – Deutschland. Kommunale Strategien für eine zukunftsbeständige Entwicklung. Berlin, Heidelberg 1998.

Küppers (Hrsg.): *Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft.* München 1986.

Kuttler, W. (Hrsg.): *Handbuch zur Ökologie.* Berlin 1993.

## L

---

Land Salzburg: *Umweltqualitätszielsystem Salzburg 1998. Eine Diskussionsgrundlage für Salzburgs Weg in Richtung nachhaltiger Umweltschutz.* (Hrsg. Dr. Gunter Sperka) Salzburg 1998.

Leopold, A.: *The Land Ethic.* In: Leopold, A.: *The Sand County Almanac.* New York 1949, p.201–226.

Lesch, W.: *Dimensionen der Verantwortung für die Umwelt.* In: Kaufmann-Hayoz, R. und Di Giulio, A. (Hrsg.): *Umweltproblem Mensch. Humanwissenschaftliche Zugänge zu umweltverantwortlichem Handeln.* Bern, Stuttgart, Wien 1996, S.21–40.

Lesch, W.: *Ökologisch-orientierte Ethik. Grundlagen und praktische Perspektiven.* In: Kaufmann-Hayoz, R. und Di Giulio, A. (Hrsg.): *Umweltproblem Mensch. Humanwissenschaftliche Zugänge zu umweltverantwortlichem Handeln.* Bern, Stuttgart, Wien 1996, S.371–390.

Litz, N. und Blume, H.-P.: *Verhalten organischer Chemikalien in Böden und dessen Abschätzung nach einer Kontamination.* In: Zeitschrift für Kulturtechnik und Landschaftsentwicklung, 1989:30, S.355–364.

Löbbecke, K.: *Substituierbarkeit versus Komplementarität von Umweltgütern.* In: Pfister, G. und Renn, O. (Hrsg.): *Indikatoren einer regionalen nachhaltigen Entwicklung. Dokumentation der Workshop-Berichte.* Stuttgart 1996.

Lohm et.al.: *Industrial Metabolism at the National Level: A Case Study on Chromium and Lead Pollution in Sweden, 1880-1980.* In: Ayres, R.U. und Simonis, U.E. (Hrsg.): *Industrial Metabolism. Restructuring for Sustainable Development.* United Nations University Press, Tokio, New York, Paris 1994, pp. 103–118.

Lorenz, K.: *Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens.* München 1977.

Lovelock, J.: *Healing Gaia.* New York 1991.

## M

---

Malik, F.: *Strategie des Managements komplexer Systeme. Ein Beitrag zur Management-Kybernetik evolutionärer Systeme.* Schriftenreihe Unternehmung und Unternehmensführung, Bd. 12, hrsg. vom Institut für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen, 2. Aufl., Bern Stuttgart 1986.

Markl, H.: *Ökologische Grenzen und Evolutionsstrategie Forschung.* In: *Forschung, Mitteilungen der DFG,* 3, 1980.

Max-Neef, M.A.: *Human Scale Development. Conception, Application and Further Reflections. (with contributions from A. Elizalde and M. Hopenhayn),* Apex Press, New York and London 1991.

Meyer-Abich, K.M.: *Aufstand für die Natur. Von der Umwelt zur Mitwelt.* München, Wien 1990.

Meyer-Abich, K.M.: *Wege zum Frieden mit der Natur. Praktische Naturphilosophie für die Umweltpolitik.* München, Wien 1984.

Mogalle, M. und Minsch, J.: *Wie ist Transdisziplinarität möglich?* In: *Ökologisches Wirtschaften* 1/1998, 11–13.

Müller, F. et al.: *Emergente Ökosystemeigenschaften.* In: Fränzle, O., Müller, F. und W. Schröder (Hrsg.): *Handbuch der Ökosystemforschung.* 1996, Kap. III–2.5.

Müller, F. et al.: *Ökosystemare Selbstorganisation.* In: Fränzle, O., Müller, F. und W. Schröder (Hrsg.): *Handbuch der Ökosystemforschung.* 1996, Kap. III–2.4

Müller, F. und Fath, B.: *The Physical Basis of Ecological Goal Functions – An Integrative Discussion.* In: Müller, F. and Leupelt, M. (Eds.): *Eco Targets, Goal Functions and Orientors.* Berlin, Heidelberg 1998. 269–285.

Müller, F. und Nielsen, S.N.: *Thermodynamische Systemauffassungen in der Ökologie.* In: Mathes, B., Breckling, B. und K. Ekschmitt (Hrsg.): *Systemtheorie in der Ökologie. Beiträge zu einer Tagung des Arbeitskreises „Theorie“ in der Gesellschaft für Ökologie: Zur Entwicklung und aktuellen Bedeutung der Systemtheorie in der Ökologie.* Schloß Rauschholzhausen. Landsberg 1996, S.45–60.

## N

Nutzinger, H. G.: *Von der Durchflusswirtschaft zur Nachhaltigkeit – Zur Nutzung endlicher Ressourcen in der Zeit.* In: Biervert, B. und Held, M. (Hrsg.): *Zeit in der Ökonomik.* Frankfurt, New York 1995, S.207–235.

## O

Odum, E.P.: *Ökologie. Grundlagen, Standorte, Anwendung.* 3. Aufl., Stuttgart New York 1999.

Odum, H.T.: *Systems ecology.* New York 1983 und Odum, H.T.: *Maximum power and efficiency: A rebuttal.* In: *Ecological Modelling,* 1983, vol. 20, S.71–82.

Odum, H.T.: *Systems ecology.* New York 1983 und Patten, B.C.: *Energy, emergy and environs.* In: *Ecological Modelling* 1992, vol. 62, S.29–70.

Oö. Umweltakademie (Hrsg.): *Durch nachhaltige Entwicklung die Zukunft sichern. Landesumweltprogramm für Oberösterreich.* Linz 1995.

Osche, G.: *Ökologie. Grundlagen – Erkenntnisse – Entwicklungen der Umweltforschung.* Freiburg im Breisgau 1973.

## P

Peters, W.: *Zur Theorie der ökologischen Modellierung von Natur und Umwelt für planungsbezogene Anwendungen. Ein Ansatz zur Rekonstruktion und Systematisierung der Grundperspektiven ökologischer Modellbildung.* Dissertation TU Berlin, Berlin 1996.

Prigogine, I. und Nicolis, G.: *Die Erforschung des Komplexen. Auf dem Weg zu einem neuen Verständnis der Naturwissenschaften.* München 1987.

## R

Rasmus, C.: *Leitbilder für Lokale Agenda 21-Prozesse und deren Umsetzung. Vortrag anlässlich einer Tagung in Tutzing vom 12.– 14.04.1999.* In: *21 plus zwei,* Nr. 10, Juli 1999, S.15–20.

Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: *Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung.* Stuttgart 1994.

Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: *Umweltgutachten 1996. Zur Umsetzung einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung.* Stuttgart 1996.

Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: *Umweltgutachten 1998. Umweltschutz: Erreichtes sichern – neue Wege gehen.* Stuttgart 1998.

Rawls, J.: *Eine Theorie der Gerechtigkeit.* Frankfurt 1975.

Regan, T.: *Human Rights, Animal Wrongs.* In: *Environmental Ethics* 2, 1980, S.99–120.

Reither, F.: *Schwierigkeiten beim Umgang mit wirtschaftlich-ökologischen Systemen.* In: Balck, H. und Kreibich, R. (Hrsg.): *Evolutionäre Wege in die Zukunft. Wie lassen sich komplexe Systeme managen?* Zukunftsstudien, Band 4, Weinheim, Basel, Beltz 1991, S.128–161.

Remmert, H.: Ökologie. 1984.

Reusswig, F. und Schellnhuber, H.-J.: Die globale Umwelt als Wille und Vorstellung. Zur transdisziplinären Erforschung des globalen Wandels. In: Daschkeit, A. und Schröder, W.: Umweltforschung quergedacht. Perspektiven integrativer Umweltforschung und -lehre. Berlin Heidelberg 1998, S.259–307.

Ribi, G.: Von der biologischen zur kulturellen Evolution? In: Interdisziplinäre Vortragsreihe der ETH Zürich: Auf der Suche nach dem ganzheitlichen Augenblick. Der Aspekt Ganzheit in den Wissenschaften. Zürcher Hochschulforum. Band 19. Zürich 1992, S.143–148.

Rock, M.: Überlegungen zum ökologischen Ethos. In: Argumente für das Leben. Schriftenreihe der Akademischen Bonifatius-Einigung, 37. Jg., Heft 2, Mai 1982, S.73–86.

Rosnay, J.d.: Homo symbioticus. Einblicke in das 3. Jahrtausend. Gerling Akademie Verl., München 1997.

Roth, G.: Selbstorganisation – Selbsterhaltung – Selbsterferentialität: Prinzipien der Organisation der Lebewesen und ihre Folgen für die Beziehung zwischen Organismus und Umwelt. In: Dress, A., Hendrichs, H. und G. Küppers (Hrsg.): Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft. München, Zürich 1986, S.149–180.

Rudolph, W.: Die amerikanische „Cultural Anthropology“ und das Wertproblem. Berlin 1959.

## S

Schellnhuber, H.-J. und Bruckner, T.: Leitplanken erforderlich. In: Ökologisches Wirtschaften 3–4, 1998.

Schellnhuber, H.-J. und Bruckner, T.: Zur Klimaschutzstrategie des langen Bremsweges. VEÖ Journal 10/1998.

Schmidt-Bleek, F. (Hrsg.): MAIA. Einführung in die Material-Intensitäts-Analyse nach dem MIPS-Konzept. Wuppertal-Texte. Berlin, Basel, Boston 1998.

Schmidt-Bleek, F.: Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS – Das Maß für ökologisches Wirtschaften. Basel, Berlin, Boston 1993.

Schmitz, P.: Ist die Schöpfung noch zu retten? Würzburg 1985.

Schneider, E.D. und Kay, J.: Complexity and thermodynamics: Towards a new ecology. Futures 26, 1994, 626–647.

Schumacher, E.F.: Die Rückkehr zum menschlichen Maß. Alternativen für Wirtschaft und Technik. Small is beautiful. Reinbek 1977.

Schwaninger, M.: Systemtheorie. Eine Einführung für Führungskräfte, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler. 2. Aufl., Diskussionsbeiträge Nr. 19 der Universität St. Gallen, Institut für Betriebswirtschaftslehre. o.J.

Schweitzer, A.: Kultur und Ethik. Nachdruck, München 1990.

Sheldrake, R.: Das Gedächtnis der Natur. Das Geheimnis der Entstehung der Formen in der Natur. Bern, München, Wien 1990.

Stellungnahme des Bundesministeriums für Umwelt zum Fragenkatalog der Enquete-Kommission „Schutz der Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages, Arbeitsunterlage 13/4d, Wien 1995.

Stoeckle, B. (Hrsg.): Wörterbuch der ökologischen Ethik. Freiburg i. Breisgau 1986.

Stugren, B.: Grundlagen der allgemeinen Ökologie. 3. Aufl., Stuttgart, New York 1978.

SUSTAIN: Forschungs- und Entwicklungsbedarf für den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich. Endbericht zum interdisziplinären Forschungsprojekt. Graz 1994.

## T

Teutsch, G.M.: Lexikon der Umweltethik, Göttingen 1985.

Tischler, W.: Einführung in die Ökologie. 2. Aufl., Stuttgart New York 1979.

Trepl, L.: Die Diversitäts-Stabilitäts-Diskussion in der Ökologie. Beiheft 12 zu den Berichten der ANL. Festschrift zum 70. Geburtstag von Wolfgang Haber. Laufen 1995, S.35–49.

## U

Ulrich, H. und Probst, J.B.: Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln. 4. Aufl., Bern, Stuttgart, Wien 1995.

## V

Vester, F.: Ballungsgebiete in der Krise. Stuttgart 1976.

Vester, F.: Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter. München 1984.

Vester, F.: Unsere Welt – ein vernetztes System. Stuttgart 1978.

## W

Wagner, G.: Evolution der Evolutionsfähigkeit. In: Dress, A., Hendrichs, H. und G. Küppers (Hrsg.): Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft. München 1986.

WBGU: Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden. Jahresgutachten 1994. Bonn 1994.

WBGU: Welt im Wandel. Wege zur Lösung globaler Umweltprobleme. Jahresgutachten 1995. Berlin Heidelberg 1995.

WBGU: Welt im Wandel. Herausforderung an die deutsche Wissenschaft. Jahresgutachten 1996. Berlin Heidelberg 1996.

WBGU: Ziele für den Klimaschutz 1997. Stellungnahme zur dritten Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Kyoto. WBGU 1997.

WBGU: Welt im Wandel. Wege zu einem nachhaltigen Umgang mit Süßwasser. Jahresgutachten 1997. Berlin Heidelberg 1998.

Weber et al.: Evolution in thermodynamic perspective : An ecological approach. In: Biology and Philosophy 1989, vol. 4, S.373–405.

Weish, P.: Technik und Verantwortung am Beispiel der Kernenergie. In: Forum Österreichischer Wissenschaftler für Umweltschutz (Hrsg.): Umweltethik. Beiträge zur Grundlegung zukunftsverträglicher Werthaltungen. Heft 6, 1994.

Weizsäcker, E.U. von: Erdpolitik. Ökologische Realpolitik als Antwort auf die Globalisierung. Darmstadt 1997.

Werner, H.-J.: Eins mit der Natur. Mensch und Natur bei Franz von Assisi, Jakob Böhme, Albert Schweizer, Teilhard de Chardin. München 1986.

Werner, H.-J.: Natur allein genügt nicht – Möglichkeiten und Probleme eines neuen Naturbezugs in der Philosophie. In: Zwierlein, E. (Hrsg.): Natur als Vorbild. Was können wir von der Natur zur Lösung unserer Probleme lernen? Philosophisches Forum Universität Kaiserslautern, Band 4, Idstein 1993, S.25–43.

Wiegleb, G.: Konzepte der Hierarchie-Theorie in der Ökologie. In: Mathes, K., Breckling, B. und K. Ekschmitt (Hrsg.): Systemtheorie in der Ökologie. Landsberg 1996.

World Commission on Environment and Development  
(WCED): *Our Common Future*. Oxford University Press, 1987.

## Z

---

Zellentin, G.: *Die Bedürfnisse des Menschen und die Möglichkeiten der Natur. Reflexionen über ökonomische und ökologische Perspektiven für die Zukunft*. In: *Ziele für die Zukunft – Entscheidungen für morgen: 19. Hochschulwoche für Politische Bildung, 22. – 28.10.1981* (hrsg. v. d. Landeszentrale für Politische Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen), Köln 1982, S.321–330.

Zilleßen, H.: *Die Modernisierung der Demokratie im Zeichen der Umweltpolitik*. In: Zilleßen, H., Dienel, P.C. Strubelt, W. (Hrsg.): *Die Modernisierung der Demokratie. Internationale Aufsätze*. Opladen 1993.

Zöllitz-Möller, R., Reiche E.-W. und F. Müller: *Angewandte Ökosystemforschung – contradictio in adjecto?*  
In: Daschkeit, A. und Schröder, W. (Hrsg.): *Umweltforschung quergedacht. Perspektiven integrativer Umweltforschung und -lehre*. Berlin Heidelberg 1998.

Zwierlein, E.: *Hat die Natur Maßstäbe? Zur Debatte um Hans Jonas*. In: Zwierlein, E. (Hrsg.): *Natur als Vorbild. Was können wir von der Natur zur Lösung unserer Probleme lernen? Philosophisches Forum Universität Kaiserslautern, Band 4, Idstein 1993*, S.45–58.

## **Schriftenreihe des Österreichischen Instituts für Nachhaltige Entwicklung**

### ***Band 1***

*Dietmar Kanatschnig, Brigitte Ömer*

**Grundlagen einer integrativen Umsetzung des Nationalen Umweltplanes für Österreich. Wien 1996.**

### ***Band 2***

*Dietmar Kanatschnig, Brigitte Ömer*

**Nachhaltigkeit als sozioökonomisches und kulturlandschaftliches Entwicklungsleitbild. Wien 1997.**

### ***Band 3***

*Angela Köppl, Friedrich Hinterberger, Johannes Fresner, u.a.*

**Zukunftsstrategien für eine integrierte österreichische Abfall- und Stoffstromwirtschaft. Wien 1998.**

### ***Band 4***

*Dietmar Kanatschnig, Gerlind Weber*

**Nachhaltige Raumentwicklung in Österreich. Wien 1998.**

### ***Band 5***

*Dietmar Kanatschnig, Christa Fischbacher, Petra Schmutz*

**Regionalisierte Raumentwicklung – Möglichkeiten zur Umsetzung einer Nachhaltigen Raumentwicklung auf regionaler Ebene. Wien 1999.**

### ***Band 6***

*Brigitte Ömer*

**Ökologische Leitplanken einer Nachhaltigen Entwicklung – Umsetzungsorientierte Modellbildung zur Transformation ökologischer Lebensprinzipien in gesellschaftliche Werte. Wien 2000.**

### ***Band 7***

*Dietmar Kanatschnig, Christa Fischbacher*

**Regionales Mobilitätsmanagement – Möglichkeiten zur Umsetzung nachhaltiger Verkehrskonzepte auf regionaler Ebene. Wien 2000.**

ÖIN Schriftenreihe, Band 6 ISBN 3-9500881-3-X