

Ordnungsprinzipien in der Biologie und der Ökologie

Wolfgang Zielonkowski

Einführung

Seit dem Auftreten des Menschen auf dieser Erde, hat sich stetig ein grundlegender Wandel im Verhältnis zwischen Mensch und Natur vollzogen. Während anfangs die Auseinandersetzung mit einer übermächtigen Natur stand, vor der der Mensch Schutz suchte, haben menschliche Fähigkeiten heute die umgekehrte Situation geschaffen, so daß die Natur den Schutz des Menschen benötigt.

Welche Handlungsweisen es auch immer gewesen sein mögen, sie waren fester, evolutionärer Bestandteil einer Überlebensstrategie des Menschen. Das naturgesetzliche Prinzip des »Überleben wollen« hat nach wie vor Gültigkeit, ja ist Voraussetzung für Überleben, für Fortentwicklung, für Offensive und Optimismus. Evolutive Natur kennt weder Pessimismus noch Resignation, noch Umkehr, sie ist vielmehr offensiv, spontan, irreversibel und einmalig.

Die Unausweichlichkeit der Einbindung in die Natur sowie geistige und moralische Fähigkeiten lassen erkennen, daß ehemals richtige Handlungsweisen in der Geschichte des Menschen für die Bewältigung der Zukunft falsch sein werden. Wir haben uns durch unsere Tüchtigkeit Probleme geschaffen, die wir aber auch nur durch unsere Tüchtigkeit lösen können.

Aus diesen Gründen kann es kein Zurück in vermeintliche Naturparadiese der vorindustriellen Zeit geben, sondern nur ein zielbewußtes Vorwärtsschauen mit einem offensiven Programm, damit Natur über die Jahre 2000 hinaus gesichert wird.

Der Mensch entscheidet damit über Schicksal, Rolle und Veränderung von ökologischen und biologischen Strukturen, von Arten und Lebensräumen, er gestaltet bewußt eine neue Umwelt und verantwortet eine in seine Hände gelegte Natur (BRESCH 1980).

Natur umfaßt im weiteren Sinne den gesamten Kosmos mit seiner Materie, seinen Kräften, Veränderungen und Gesetzmäßigkeiten, also die belebte und unbelebte Umwelt in ihrer atomaren und molekularen Ordnung.

Wir kennen die Ordnung der Kristallformen und das Ordnungssystem in den Aminosäuresequenzen lebender Strukturen.

Es ist erstaunlich wie groß die Kenntnis der Einzelelemente unserer Umwelt bis zum Exzeß gediehen ist, die Funktionen zu- und untereinander aber völlig im Dunkeln liegen. Dies mag in der Art unserer einseitigen Ausbildung liegen, die kein Systemdenken geschult hat.

Über Millionen, ja Milliarden Jahre haben sich spezifisch den Bedingungen unseres Planeten Erde angepaßte überdauerungsfähige Strukturen herausgebildet, deren innere und äußere Gesetzmäßigkeiten weder mißachtet oder gar noch außer Kraft gesetzt werden können, auch nicht von einem Lebewesen Mensch.

In der Evolution war die molekulare Organisation und Ordnung Voraussetzung für die lebende Ordnung, es war ein weiterer Abschnitt auf dem roten Faden der Evolution, dessen Ende nicht sichtbar ist.

Leben ist die Gesamtheit der Erscheinungen, durch die sich Organismen von leblosen Körpern unterscheiden, nämlich Stoffwechsel, Energiewechsel, Reizerscheinungen und Formwechsel; diese können nur dann ablaufen, wenn eine Reihe von Lebensbedingungen wie Wasser, Licht, Nahrung, Temperatur u.a. erfüllt sind. Anders ausgedrückt liegen die Prinzipien des Lebens in Wachstum, Fortpflanzung und

Energiefluß. Ihr Zusammenspiel unterliegt festen Regeln, den Naturgesetzen, die sich meist mathematisch ausdrücken lassen, z.B. das Gesetz von der Erhaltung der Energie.

Es gilt nun zu prüfen, ob und inwieweit Gesetzmäßigkeiten der Makroevolution innerhalb einer begrenzten Gruppe, einer Population homo sapiens, übertragbar sind und Gültigkeit besitzen.

Ökologie und Ökonomie - ein Gegensatz?

Ökologie und Ökonomie werden leider oft als unvereinbare Gegensätze hingestellt, obwohl bereits ihre gemeinsame Sprachwurzel auf eine enge Verwandtschaft der Begriffe deutet. Ökologie befaßt sich mit dem Haushalt, dem Naturhaushalt und hat die Beziehung der Lebewesen untereinander und zu ihrer Umwelt zum Inhalt.

Ökonomie ist somit als Teilbereich, als Beziehung des wirtschaftenden Menschen zu seiner Umwelt zu betrachten. Ökonomie bedeutet haushälterisches, sparsames Umgehen mit Gütern.

Betrachten wir uns die Organisationsebenen unserer Umwelt, vom Atomteilchen bis zum Universum, so finden wir den Arbeitsbereich der Ökologie zwischen Organismus, dem Individuum und der Ökosphäre angesiedelt. Es ist sicher kein Zufall, daß ebenso dieser Bereich die wirtschaftlichen Aktivitäten des Menschen umspannt (Abbildung 1).

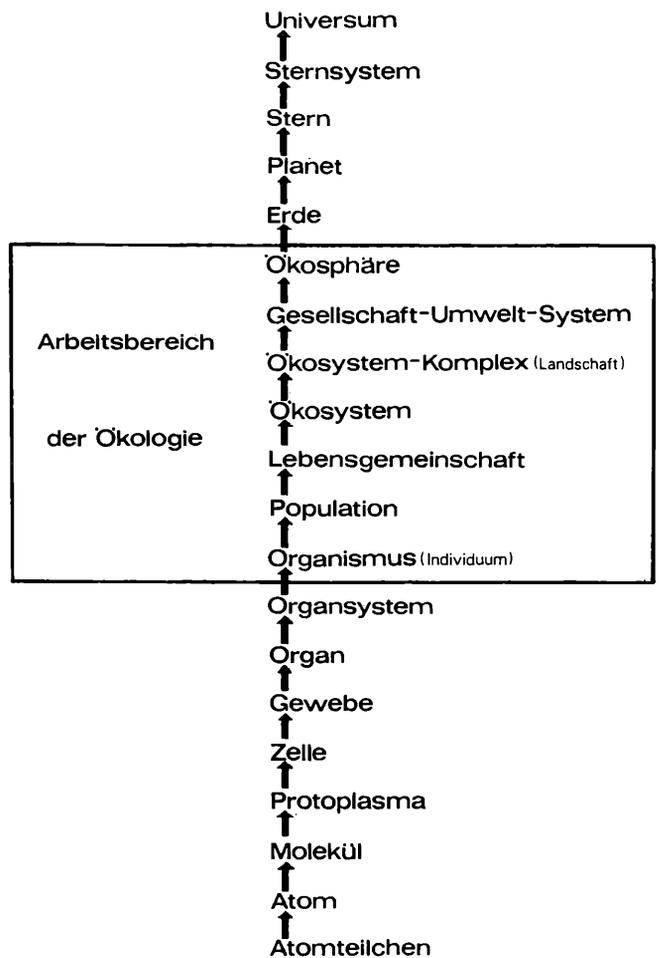


Abbildung 1

Dabei ist festzustellen, daß diese Ordnung ständigen Störungen unterliegt, ihr aber auch ein Prinzip des ständigen Auffangens von Störungen eigen ist und damit das Gesamtsystem niemals gefährdet wird.

Man erkennt die zunehmende Komplexität der Strukturen, mit der gleichzeitig eine zunehmende Funktionssicherung verbunden ist. Individuelle Schwankungen werden damit aufgefangen und mindern zugleich Risiken.

Das lebensichernde Prinzip besteht in einer zunehmenden Beschränkung individueller Freiheitsgrade zugunsten und zum Vorteil größerer Freiheit des Gesamtorganismus.

Unverkennbar ergeben sich Parallelen zu dem bekannten Subsidiaritätsprinzip unserer Gesellschaft, das zudem ein Stabilisierungselement darstellt.

Ökologische Stabilität

Stabilität ist sowohl ein Begriff der Ökologie als auch der Ökonomie; und dennoch sind sie zu unterscheiden, weil sich ja ökologische Stabilität auf ökologische Strukturen bezieht.

Größere ökologische Systeme, wie der Wald, streben nach äußerer Einwirkung (Kahlschlag, Feuer) über eine Abfolge von nur kurzfristig stabilen Zwischenstufen (Sukzession) einem längerfristig stabilen Endzustand, dem Klimax, zu. Solche ausgereiften ökologischen Systeme erzeugen keine nennenswerte Nettoproduktion, sie sind also rein wirtschaftlich gesehen unproduktiv.

Deshalb ist der Mensch gezwungen, ökologische Systeme in einem unreifen und damit instabilen Zustand zu halten, wie er es mit Forsten, Äckern und Mähwiesen tut.

Da die vom heutigen Menschen auf Produktionsmaximierung hin umgestalteten ökologischen Systeme wichtige Funktionen, wie die Regelung von Stoffkreisläufen oder Entsorgung (Abwasser, Abgase, Abfälle) nicht mehr leisten können, ist es notwendig, neben manipulierten »produktiven« auch stabile weitgehend »unproduktive« ökologische Systeme zu erhalten. Diese weisen vielfältigen Reichtum an natürlichen Regulations- und Steuermechanismen auf, wie wir sie von der biologischen Selbstreinigungskraft der Gewässer kennen.

So hängt das Problem der Zukunftssicherung entscheidend von der Frage ab, ob und wie gleichzeitig das notwendige Maß, sowohl an materieller Produktion für den menschlichen Konsum als auch die ökologische Stabilität gewährleistet werden kann.

Wir müssen uns darüber bewußt sein, daß diese Frage nicht allein Gegenstand der Ökologie sein kann, sondern in hohem Maße auch eine Frage der Ökonomie ist. Das größte und über Jahrtausende erfolgreichste Wirtschaftsunternehmen der Welt ist die Natur.

Es wäre vermessen zu glauben, aus den Grundprinzipien dieses niemals bankrotten Unternehmens nichts lernen zu können.

Der Erfolg des Unternehmens Natur basiert auf drei Organisationsbereichen (Abbildung 2):

1. den Produzenten (Primär- und Sekundärproduzenten)
2. den Konsumenten (Primär- und Sekundärkonsumenten)
3. den Destruenten (Zersetzer).

Dabei wird nur eine Energiequelle, die Sonnenenergie benutzt, die das gesamte Rührwerk des Betriebes in Gang hält und wie es sich für ein ordentliches Unternehmen gehört, werden selbstverständlich auch Reservelager eingerichtet.

Diese Reservelager entstehen aus energiereicher organischer Substanz und dienen der Bodenfruchtbarkeit als Humusstoffe oder sind längerfristig festgelegt in Formen von Torf, Braunkohle oder Erdöl, einem zurückgelegten Kapital der Natur, von dem der Mensch heute profitiert, aber wenig ökonomisch handelt.

Es gilt entschieden festzuhalten, daß in der Natur nichts produziert wird, was nicht zersetzt und in seine Bestandteile zerlegt und damit wieder in die Produktion einbringbar ist.

Es handelt sich um eine vollkommene Kreislaufwirtschaft, die keinen Abfall kennt. Natur kennt deshalb keine Entsorgungsprobleme.

Aus diesem Vorbild heraus wäre ernsthaft nachzudenken, ob wir nicht unsere Produktion nur auf solche Güter beschränken, deren Abbaubarkeit natürlich oder technisch gewährleistet ist.

Um das Unternehmen Natur in Schwung zu halten, bedarf es neben einer Vielfalt an Strukturen auch ständig einer Vielfalt an Arten, von denen jede ihre spezifische Stellenfunktion einnimmt. Es sind die Mitarbeiter des Unternehmens.

Je mehr Arten in einem Ökosystem unterschiedliche ökologische Funktionen ausüben, desto flexibler kann das System auf Einflüsse von innen und außen reagieren, desto sicherer sind seine Funktionsabläufe gewährleistet.

Ökologische Systeme sind Beziehungsgefüge, an denen

Funktionsschema eines natürlichen Ökosystems, stark vereinfacht

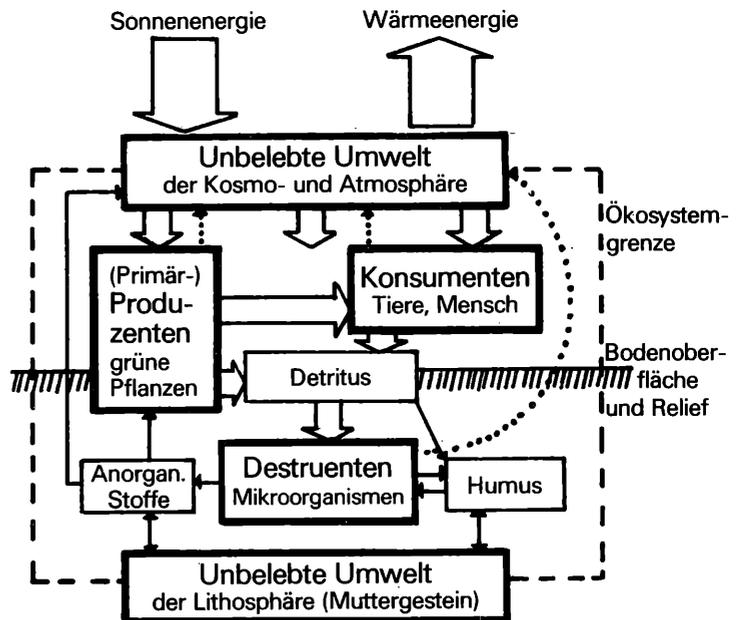


Abbildung 2, W. HABER, nach Gigon und Ellenberg, 1978

Organismen wesentlich mitbeteiligt sind. Gleichzeitig sind diese Organismen Voraussetzung für die Existenz von Lebewesen und für die Kontinuität des Lebens. So ist ein Grundbestand an Organismenarten, nicht Individuen, ebenfalls ein ökologisches Stabilitätsprinzip.

Wir kennen die Rolle von Arten in Ökosystemen nicht bis ins letzte Detail, doch wissen wir von vielen Arten, welche Schaltfunktion sie wahrnehmen. So gibt es in Buchenwäldern einen kleinen unscheinbaren Käfer, der Löcher in Buchenblätter frisst, aber eine wichtige Schlüsselposition einnimmt. Der von ihm ausgeschiedene Kot fällt zu Boden in die Laubstreu und bietet der Mikrofauna durch gleichmäßigere Feuchtigkeit erst die Möglichkeit, den Zersetzungsprozeß des Laubes in Gang zu bringen (REMMERT 1978). (Abbildung 3)

Die Energie in Ökosystemen

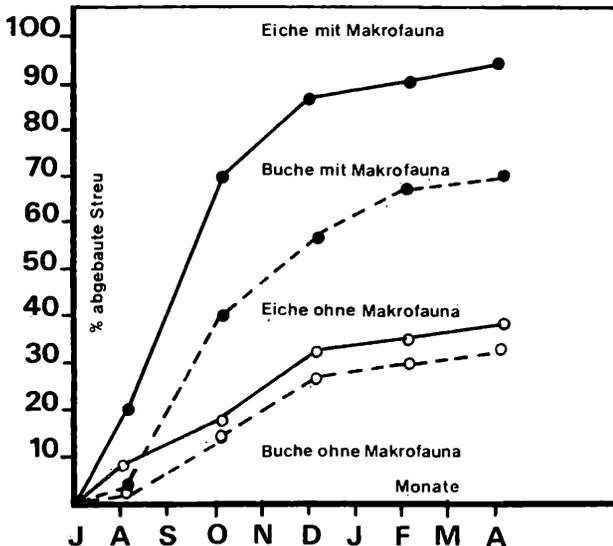


Abbildung 3, REMMERT, 1978

Wir werden oft gefragt, welchen Nutzen hat diese oder jene Art, braucht man sie überhaupt?

Lassen Sie mich den Vergleich mit einem Auto ziehen, an dem Sie viele Schrauben entfernen können, ohne daß Ihre Annehmlichkeit oder Sicherheit beeinträchtigt wäre. Wenn Sie aber weiter abschrauben, werden Sie über bloße Unannehmlichkeiten bestimmt an einen Punkt kommen, wo die Sicherheit des Fahrzeugs nicht mehr gewährleistet wird und ein tödliches Ende programmiert ist.

Entsprechendes gilt für ökonomische Systeme, in denen ein hoher Grundbestand an Strukturen und Funktionen zu höherer Vernetzung und damit zu geringerer Störanfälligkeit führt. Die Voraussetzungen für die Erhaltung ökologischer Systeme entsprechen weitgehend den Verhältnissen bei ökonomischen Systemen.

Hervorzuheben sind

- Regulations- und Steuermöglichkeiten aufgrund einer Informationsspeicherung und Informationsverarbeitung
- anhaltende Energiezufuhr und die Möglichkeit, Energie kurzfristig zu speichern
- ein Minimum an Raum und Lebensgrundlagen (Ressourcen)
- eine Kompartimentierung größerer Systeme in Untereinheiten, die gegeneinander relativ, nicht absolut abgeschlossen sind.

Prinzip der Rückkoppelung

Steuerung und Regulation erfolgen in der Natur durch zwei Rückkoppelungsarten. Die positive Rückkoppelung bringt durch gleichgerichtete Verstärkung von Wirkung und Rückwirkung Prozesse in Schwung, beschleunigt sie und erlaubt durch Innovation evolutives Verhalten.

Sie ist Voraussetzung für erfolgreichen Start und Neubeginn. Von ebenso großer Bedeutung ist jedoch die negative Rückkoppelung, durch die ein grenzenloses Aufschaukeln eines einmal in Gang gesetzten Prozesses verhindert wird. Sie ist eine übergeordnete Regulation, durch die beispielsweise Krisen frühzeitig signalisiert werden, so daß es zum Abbruch von Wachstumsprozessen kommen kann.

Wir kennen alle das Wuchern und Eskalieren, wenn die steuernde, differenzierende negative Rückkoppelung fehlt.

Ich will das an einem Beispiel verdeutlichen: mehr Autos brauchen mehr und bessere Straßen. Diese haben schnellere und vor allem noch mehr Autos zur Folge; das verlangt noch mehr und noch größere Straßen, bis auf einen Quadratkilometer im ländlichen Raum heute bereits 2,5 km Straßen treffen und die Städte in Straßen untergehen. Die Ursache ist bekannt, man nennt sie Zugzwänge oder Sachzwänge.

Ausbeutung

Die Nutzung der Umwelt ist eine normale Eigenschaft aller Lebewesen. Doch stößt diese Exploitation (Ausbeutung) sehr schnell auf vielerlei begrenzende und einschränkende Prinzipien, die komplex in ihrer Wirkung ineinander greifen. Lebewesen zerstören sich somit nicht die Grundlagen ihres Lebens.

So spiegelt der Wettbewerb der Lebewesen untereinander den Erfolgsmaßstab einer Art wider, wie er intraspezifisch (in einer Population) und oder interspezifisch (zwischen Populationen) ausgetragen wird.

Der zur Verdrängung anderer Arten führende Wettbewerb wird aber automatisch durch weitere Faktoren begrenzt. Dazu gehört die Aufteilung des Raumes in Territorien (Reviere), die sich am Minimallebensraum des Individuums orientieren und selbst vor der Vertreibung von anderen Individuen der gleichen Population nicht Halt machen. Alle Individuen, die kein Territorium, keinen Besitz haben, können sich nicht fortpflanzen.

Als weiterer begrenzender Faktor ist die Auslese zu nennen, denn nur die ständige Anforderung an Fitness und beste Verfassung (survival of the fittest) führen zum Halten des Territoriums. Ohne Rücksicht auf Schwächen können nur die Besitzer bleiben, die stets zu neuer Verteidigung des Territoriums fähig sind.

Viele Tier- und Pflanzenarten leben auf Kosten anderer Organismen. Diese Abhängigkeiten, Feind-Beute-Beziehung oder Parasitismus, sind in komplizierter Koevolution der Partner über lange Zeiträume entstanden. Dabei hat der Konsument nur dann eine dauerhafte Überlebenschance erhalten, wenn er seiner Nahrungsgrundlage, seinem Partner, immer wieder die Chance gibt, sich von dem reduzierenden Eingriff zu erholen. Ganz anders verhält sich der Mensch mit seinen geistigen und technischen Fertigkeiten im Umgang mit der Natur. Indem er sich nicht an solche Regeln gebunden fühlt, zerstört er sich durch Übernutzung seine eigenen Nahrungsgrundlagen. Ein eklatantes Beispiel hierfür stellt der Fischfang dar, der mit raffiniertester Technik Fischbestände unter das Regenerationsminimum gedrückt hat.

Ganz allgemein liegen darin ebenso die Ursachen der Gefährdung und das Aussterben vieler Arten.

Energie

Natürliche Systeme sind trotz eines Überangebotes an Energie (Sonnenenergie) auf geringen Energiefluß und rentable Energieausnutzung eingestellt. Sie sind umso stabiler, je weniger Energie sie in Entropie verwandeln müssen, die abgeführt werden muß.

In allen Bereichen, insbesondere aber auf dem Sektor Energie, steckt die lebende Natur voller Technik, so daß Natur und Technik gar kein Gegensatz sein können. Ein vorausschauender, kreativer Umweltschutz beginnt daher bei der Technologie und der Verfahrensentwicklung, wie sie die Natur als Vorbild vielfältig bereit hält.

Als Beweis sei die Umstellung in der Evolution von der Gärung auf die Atmung angeführt, die nur mehr 1/20 des vorhergehenden Energiebedarfs verbraucht (VESTER).

Die Solarstrahlung wird nur zu einem Bruchteil von 0,5 - 1% von den Pflanzen auf dem Wege der Photosynthese chemisch gebunden. Der größte Teil der einstrahlenden Energie treibt das globale Rührwerk der Biosphäre mit Winden und Meeresströmungen, um dann wieder ins All abgeführt zu werden.

Für die Energie gibt es im Unterschied zu Rohstoffen keinen Kreislaufprozeß, sondern nur Einbahn- oder Flußsysteme. Auch die von den Pflanzen gebundene Energie wird auf dem Wege der Nahrungsketten weitergereicht und im Verlauf zur Gänze wieder als Wärme abgegeben ins Weltall.

Je mehr organische Masse die Erde trägt, desto mehr Energie kann dort vorübergehend fixiert werden, desto langsamer ist die Durchfließgeschwindigkeit.

Umso bedenklicher ist gegenwärtig der weltweite Umgang mit Vegetation und insbesondere der tägliche Schwund an Vegetationsfläche, der in der Bundesrepublik Deutschland pro Tag ca. 160 ha beträgt.

Reife Ökosysteme verwenden die Energie im wesentlichen auf den Betrieb des Systems und kurzzeitige Energiespeicherung, nicht aber für die Nettoproduktion. Das System ist dabei umso stabiler, je länger die aufgenommene Energie in den lebenden Organismen, nicht in totem Material gespeichert wird (Abbildung 4 + 5).

Energiefluß in einem Ökosystem

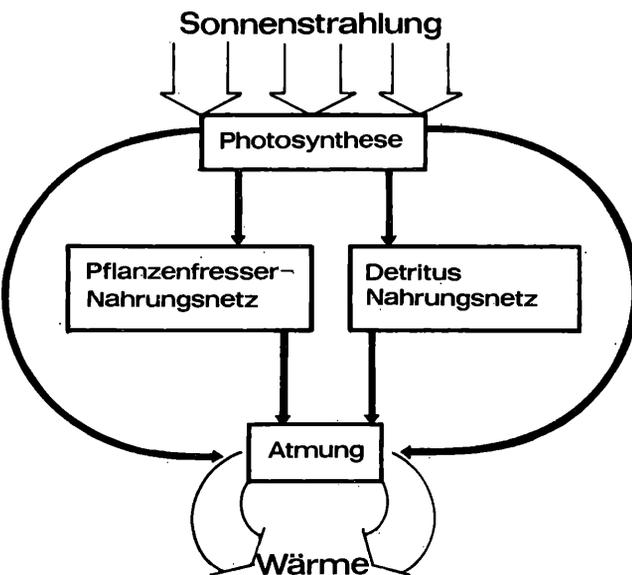


Abbildung 4, Gosz u.a. (Hubbard) 1979

Biomassenanhäufung

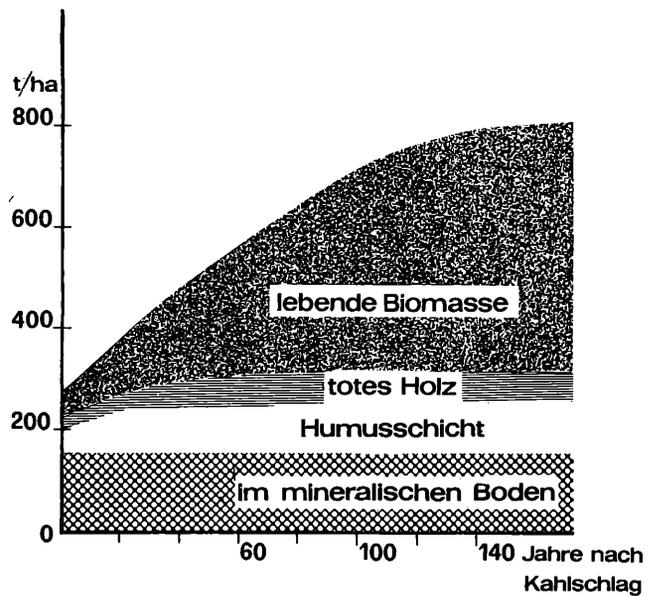


Abbildung 5, Hubbard, Bormann u.a. 1979

Einschließlich Stroh, Wurzeln und Unkraut liegt die Stoffproduktion bei einem Weizenertag von 40-60 dt/ha/Jahr mit 900-1400 g/m²/Jahr an Trockensubstanz etwa so hoch wie die Nettoproduktion eines wenig anthropogen beeinflussten Waldes auf gleichem Standort (HAMPICKE, 1979, S. 69).

Für die Nutzung der Energie zeigen natürliche Strukturen und Prozesse als Vorbild einen verlangsamten, vielfach gefächerten und in kleinen Gefällstufen fließenden Energiestrom. Dieses Prinzip der Mehrfachnutzung, z.B. bei Wasser, Abwasser und Wärme, sollte uns Anstöße geben.

Kompartimentierung oder Differenzierung in Teilsysteme

Der hierarchische Schichtenbau, wie eingangs gezeigt, umfaßt ca. 18 Schichten. Rechnen wir je Schicht nur 10 Bauteile, die ein Obersystem zusammensetzen, so sind das 10¹⁸ Kompartimente, also Billionen und Trillionen an Einheiten; und das, obwohl nach unserem Modell ja nur 10 eine Einheit bilden. Wie überaus differenziert ist doch dagegen das Natursystem aufgebaut.

Die horizontale und vertikale Gliederung von Ökosystemen führt dazu, daß Katastrophen lediglich zum Zusammenbruch von Teilbereichen führen, das Gesamtsystem aber niemals gefährden können. Störungen erfolgen häufig durch den Menschen, wie Nivellierung und Monotonisierung der Landschaft und der Lebewesen.

Als ökonomische Analogie wäre auch hier das Subsidiaritätsprinzip zu nennen, mit der Schaffung von Teilsystemen und weitgehender Selbststeuerung. Auch innere Einflüsse können die vielfältigen Wechselwirkungen innerhalb eines Systems und damit seine Stabilität gefährden. Beispiel dafür sind:

Überkonkurrenz

Stehen Ressourcen nur in begrenztem Umfang zur Verfügung, können nicht alle Ansprüche befriedigt werden. Es kommt zu Versorgungsproblemen und damit zu Überkonkurrenz, wodurch Schwächere verdrängt werden. Die Strategie der Nischenbildung (ökologische Nische) ermöglicht es, diese Situation des Verdrängtwerdens zu vermeiden.

Dies bedeutet das rechtzeitige Aufsuchen und Einnehmen

einer »Planstelle« mit unterschiedlicher Aufgabenstruktur und Wertigkeit, ein Wirkungsfeld, das Möglichkeiten der Entfaltung bietet.

In solchen Nischen wird der Wettbewerb, die Konkurrenz, ausgeschlossen. So bietet das Aufwachsen eines Waldes ständig neue Nischen. Durch den Aufwuchs wird Borke gebildet, die Insekten Lebensraum bietet, Altholz oder Totholz wird von holzabbauenden Insekten genutzt und diese können wiederum von Spechten genutzt werden.

Räuber-Beute-Beziehung

Das Prinzip der Exploitation (Ausbeutung) wurde bereits erwähnt. Nun soll ein Teilaspekt, nämlich die Regelung im Räuber-Beute-Verhältnis, angesprochen werden. In der Regel ist der Räuber nicht zahlreicher als seine Beute (Ausnahme Parasiten oder Krankheitserreger), so daß die Entwicklung des Räubers von der Vermehrungsgeschwindigkeit der Beute abhängt. Ein Kaninchen hat eine höhere Vermehrungsrate als ein Wolf, eine Maus eine höhere als ein Hermelin.

So diktiert die Schwankungen einer Schneehasen-Population die Oszillationen der Räuberpopulation des Luchses (REMMERT 1978) (Abbildung 6).

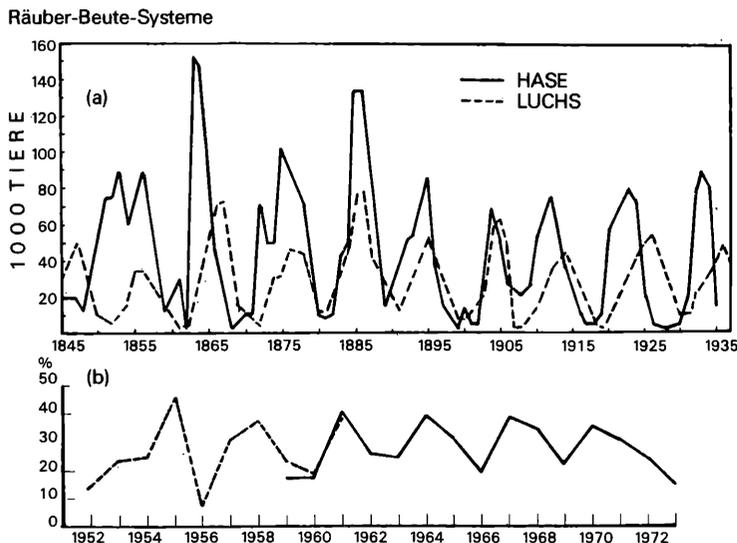


Abbildung 6, REMMERT 1978

Risikominderung

Die Populationsökologie kennt zur Sicherung von Artbeständen zwei Strategien der Risikominderung. Einmal ist es die Erzeugung weniger Nachkommen mit einer großen Für- und Vorsorge für das einzelne Individuum und entsprechend hoher Investition. Diese Strategie sichert weitgehend ein zahlenmäßiges Gleichgewicht in der Population, es gibt also keine großen Schwankungen, und beweist ein hoch entwickeltes soziales Verhalten.

Die andere Strategie bedient sich der Erzeugung sehr zahlreicher Nachkommen, die dann mehr oder minder ihrem Schicksal ohne große Brutpflege überlassen bleiben und rein als statistische Zufallstreffer die Art erhalten.

Man kann sie auch als Strategie der rücksichtslosen Produktion und Vermehrung bezeichnen. Natürlich ergeben sich somit extreme Schwankungen in der Individuenzahl der Population, oft müssen Räume und Nischen rasch ausgenutzt werden, denn die Population baut schnell wieder ab.

Beide Strategien, und dies sei betont, dienen der Erhaltung der Population und bauen nicht primär auf der Sicherung des einzelnen Individuums auf.

Symbiose

Lebensgemeinschaften (Biozöosen) sind über lange Zeiträume, unter zahlreichen Wechselwirkungen eingependelte Systeme, einige davon wurden bereits genannt. Daneben gibt es aber auch »positive« oder »konstruktive« Wechselwirkungen, die zur Stabilisierung der Systeme beitragen. Hier ist vor allem die Symbiose zu nennen, ein ökologisches Verbundsystem, bei dem sich Geben und Nehmen die Waage halten.

An Beispielen sind sicher die Verbindung von Luftstickstoff verwertenden Bakterien und Schmetterlingsblütlern bekannt, die in der landwirtschaftlichen Gründüngung Bedeutung hat oder die Verbindung von Algen und Pilzen zu einer eigenen Gestaltenfülle, den Flechten.

Darüber hinaus kann man jedoch ökologische Verbundsysteme in allen biologischen Bereichen erkennen, insbesondere in der Blütenbiologie, wo bestäubende Tiere und zu bestäubende Pflanzen zum gegenseitigen Nutzen angepaßt sind (Ragwurzarten - Ophrys oder Fallenblumen wie Aronstab).

Für den Menschen bedeutet dies eine Integration in natürliche Lebensprozesse und Strukturen zur Sicherung und Stabilisierung des Gesamtsystems, auch zu seinem Nutzen.

Die Kultur, d.h. die pflegliche, gebende Komponente war früher hochentwickelter Bestandteil der Waldwirtschaft und der Bodenbewirtschaftung, wie sie im Prinzip der Nachhaltigkeit zum Ausdruck kommt.

Wachstumsbegrenzung

Wichtigste Voraussetzung für die Stabilhaltung ökologischer (und ökonomischer) Systeme ist die Wachstumsbegrenzung. Unkontrolliertes Wachstum führt unweigerlich zum Zusammenbruch. Dies gilt für Populationen ebenso wie für den Verbrauch von Naturgütern, wie Boden, Wasser, Luft, Energie und Organismen.

In reifen ökologischen Systemen hat sich ein Gleichgewicht zwischen aufbauenden und abbauenden Prozessen, zwischen Produktion und Verbrauch, eingestellt. Die Nettoproduktion nimmt also mit zunehmender Stabilität des Systems ab. Anders ist es bei unseren unreifen ökologischen und ökonomischen Systemen, bei denen ein hoher Produktionszuwachs mit einer zunehmend instabiler werdenden Umwelt erkauft werden muß (Beispiel: »Chemie« in der Landwirtschaft). Unkontrolliertes Wachstum und Stabilität sind im ökologischen wie im ökonomischen Sinne unvereinbar. Nur das rechtzeitige Übergehen vom eindimensionalen quantitativen zu einem qualitativen Wachstum sichert das langfristige Funktionieren eines Systems (Abbildung 7).

Wachstum

In einer Umwelt, in der es keine wachstumsbegrenzenden Faktoren gibt, nimmt die Individuenzahl exponentiell (logarithmisch) zu. Es liegt ein exponentielles Wachstum mit »Zins und Zinseszins« vor, wie es bei Bakterien leicht beobachtet werden kann. In natürlichen Lebensgemeinschaften unterliegen Populationen einer Selbstregulierung, so daß die Populationsstärke weitgehend konstant bleibt, d.h. der Quotient aus Geburtenrate und Sterberate ist auf längere Zeit gesehen 1. Aktuell ist dieser Zustand die Ausnahme, wenngleich er langfristig eintritt, um einer Art das Überleben zu sichern, aber auch eine Überhandnahme einer Art zu verhindern.

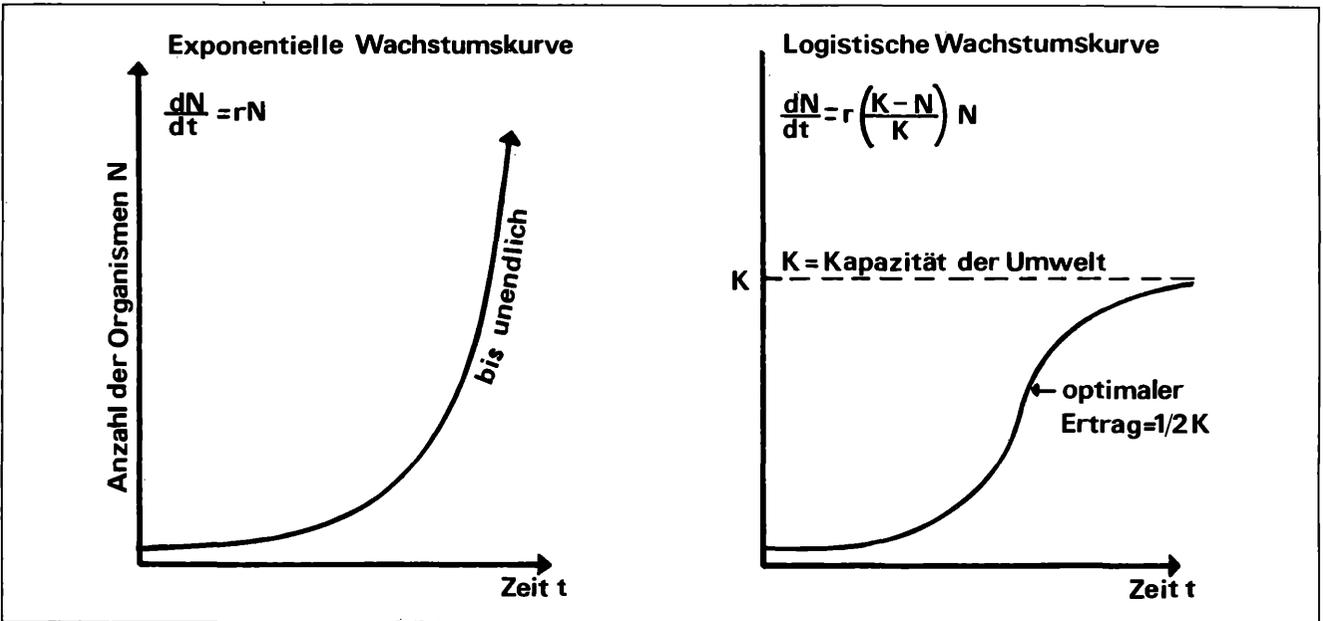


Abbildung 7, REMMERT 1978

Nach anfänglich exponentiellem Wachstum nähert sich die Populationsdichte asymptotisch dem Grenzwert der maximalen Individuenzahl, die die Umwelt zulässt. Dieser hängt von dem Komplex der begrenzenden Umweltfaktoren ab, deren Widerstand zunimmt. Daraus resultiert eine sigmoide Kurve, die wir als logistische Wachstumskurve bezeichnen. Das Prinzip der regelnden Beschränkung, z.B. kontrolliertes Zellenwachstum, ist in jeder Organisationsebene verwirklicht und galt bis vor ca. 250 Jahren ebenso für die Population Mensch.

Nun hat der Mensch aus humanitären Gründen dieses natürliche Regelungsprinzip aufgehoben, ohne daß neue Regeln eingesetzt worden wären. Die Folge ist daher ein exponentielles Wachstum der Bevölkerung auf der Erde, da keine Krankheiten mehr wie im Ausmaß früherer Zeiten auftreten. Es wäre zu wünschen, daß die Mechanismen des Geistes, der Vernunft, diese Stelle einnehmen und die Entwicklung wirksamer Regelungsprinzipien übernehmen würden.

Eine weitere Abhängigkeit beleuchtet die Thienemann'sche Regel, die besagt, daß bei hoher Artenzahl die Individuenzahl gering und bei geringer Artenzahl die Individuenzahl hoch ist. Hohe Individuenzahl ist demnach mit Artenvielfalt unvereinbar (Abbildung 8).

Minimum - Optimum - Maximum

Die Frage befaßt sich mit dem Gedeihen oder/und Wachstum biologischer Strukturen. Dabei ist festzustellen, daß ähnlich der Normalverteilungskurve ein rascher Anstieg aus dem Minimum in den Optimalbereich erfolgt und dann wiederum eine Abnahme der Kurve in den Maximumbereich sichtbar wird.

Für lebende Strukturen liegt das optimale Gedeihen über einer Grenzlinie, dem Pessimium. Wird diese Pessimiumlinie unterschritten, ergeben sich zwei gleich negative Bereiche, nämlich das Minimum und das Maximum (Abbildung 9).

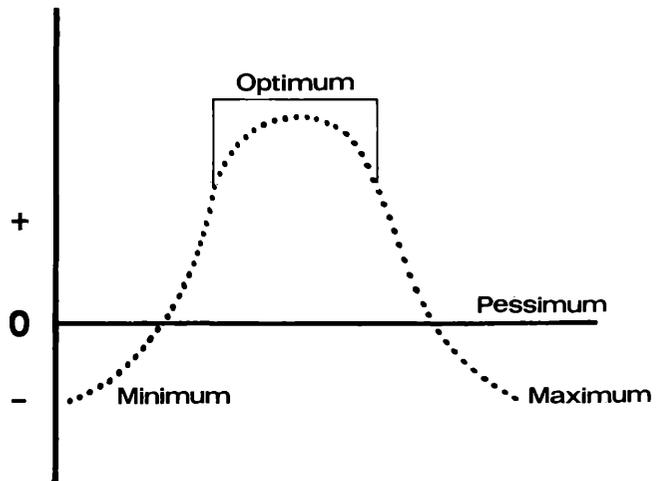


Abbildung 9

Dies besagt nichts anderes, als daß nicht kontrolliertes, quantitatives Wachstum allein, sondern vielmehr qualitatives Gedeihen entscheidender ist. Es gilt also die qualitativen Bedingungen im Optimalbereich zu verbessern, und dabei gibt es keinerlei Beschränkungen, um Veredelungsprozesse unendlich fortzusetzen.

Produktivität und Stabilität (Abbildung 10 und 11)

Produktivität ist allgemein das Verhältnis von Leistung oder Ertrag zum Aufwand. Wir verstehen darunter die Rate der Produktion von Biomasse, die von einem Organismus

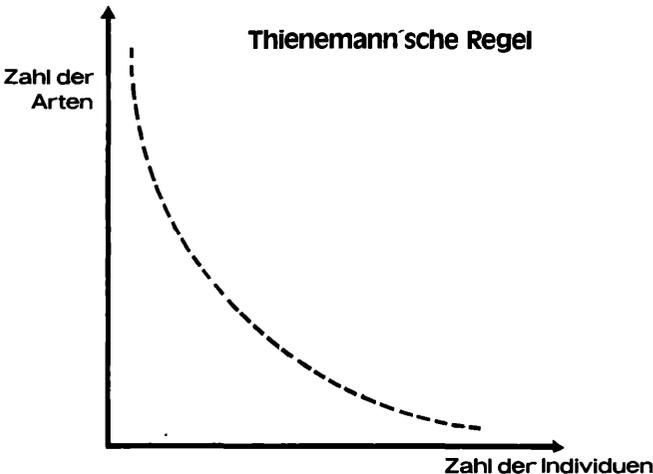


Abbildung 8

Biomassenanhäufung im Wald

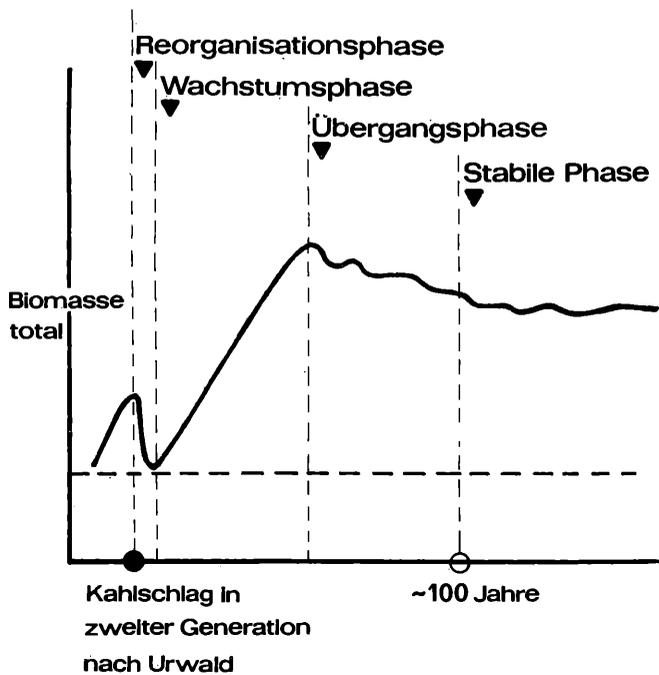


Abbildung 10, BORMANN, LIKENS 1979

Produktivität verschiedener Ökosysteme

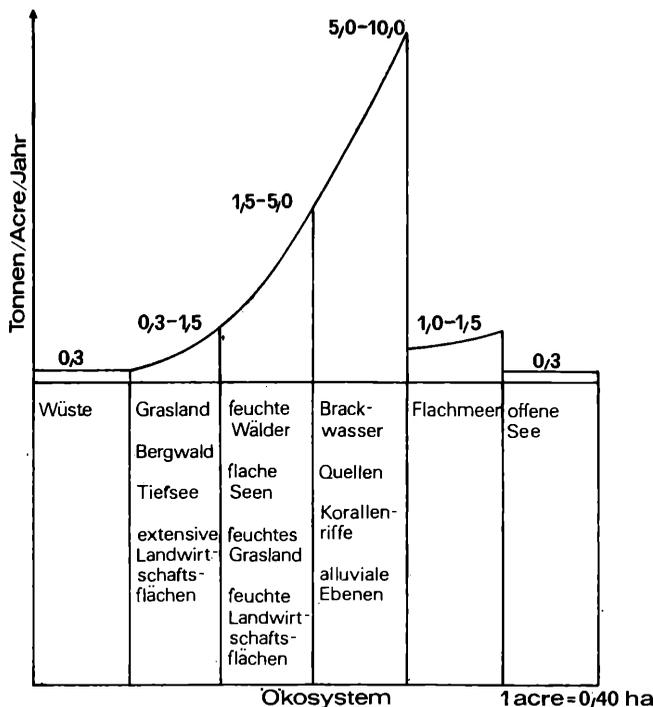


Abbildung 11, DE SANTO 1978

oder einem Ökosystem geleistet wird und bezeichnen diese als aktuelle Produktivität. Die potentielle Produktivität ist diejenige, die bei Ausschöpfung aller Gegebenheiten geleistet werden könnte.

Wie wir bereits gesehen haben, besitzen reife ökologische Systeme einen hohen Vernetzungsgrad, der die Sicherheit des Systems gewährleistet. Die eingesetzte Energie wird mehr auf die Erhaltung von Funktionsabläufen verwendet,

um primär die Stabilität des Systems zu sichern, und damit ist zwangsläufig eine Beschränkung der Produktion verbunden. Viel wichtiger ist demnach der innere mutative Fortschritt, die Erhöhung der Effizienz, die eine höhere Nettoproduktion ausschließt. Wir erkennen aber ebenso das Dilemma, da der Mensch auf hochproduktive Systeme zur Nahrungssicherung angewiesen ist.

Die Lösung kann nur in einer räumlichen Trennung von einerseits hochproduktiven Systemen und andererseits Funktionsabläufe gewährleistenden Systemen liegen, wie es bis vor kurzem in unserer Kulturlandschaft geschehen ist.

Die Umwelt eines Unternehmens

Ein Unternehmen steht ja nicht allein für sich im Raum, sondern ist in vielfältige Umgebungssphären eingebunden, wie da sind

1. die wirtschaftliche Sphäre, die umgebenden ökonomischen Bedingungen
2. die technologische Sphäre, mit dem Druck und dem Angebot an ständiger Fachinformation
3. die soziale Sphäre, insbesondere vertreten durch die Gewerkschaften
4. die ökologische Sphäre, die im Bewußtsein wenig entwickelt ist und doch normaler Bestandteil jeder Unternehmerüberlegungen sein müßte, um in laufender Diskussion Kreislaufdenken zu schulen und Naturprinzipien als Vorbilder zu erkennen.

Gewisse Analogien und Identitäten lassen sich unübersehbar aus Ordnungsprinzipien der Ökologie auf marktwirtschaftliche Überlegungen übertragen oder sind als natürliche Strukturen aus der Sphäre des Unternehmens zu bedenken. Man könnte daraus einen Katalog von Aspekten, Regeln oder Prinzipien wie folgt auführen:

1. Dezentralität und Standortanpassung
2. Vernetzungssystem - komplexes System, mit vielfachen Relationen
3. Abgestuftes Organisationsniveau, vertikal und horizontal
4. Subsidiaritätsprinzip
5. Keine Überdimensionierung
6. Selbststeuerung durch negative Rückkoppelung, positive Rückkoppelung dient nur einer zeitbegrenzten Anlaufphase
7. Unabhängigkeit von quantitativem Wachstum zugunsten einer qualitativen Umstrukturierung
8. Funktions- statt Produktionsorientierung, die Funktion bleibt konstant, Produkte ändern sich
9. Optimum, nicht Maximum
10. Nutzung vorhandener Kräfte, Symbiose, Einbindung natürlicher Funktionsabläufe
11. Prinzip der Mehrfachnutzung der Energie
12. Biologisches Design, Gestalt, Form und Maßstäblichkeit
13. Tod gehört dazu, das Einzelelement hat keinen Anspruch, ewig zu leben.

Naturgüter und Marktwirtschaft

Oft fragt man sich, warum Naturgüter eine so geringe Wertschätzung erfahren, wo sie doch für den Menschen von existentieller Bedeutung sind.

Naturschutz ist die Gesamtheit der Maßnahmen, die dazu dienen, die natürlichen Lebensgrundlagen von Organismen (Mensch, Tier, Pflanze) sowie Landschaften und Landschaftsteile unter natürlichen Bedingungen zu erhalten oder zu verbessern.

Anliegen des Naturschutzes sind:

1. die nachhaltige Sicherung der Naturgüter Luft, Wasser, Boden und Bodenschätze aus existentiellen Überlegungen

2. die nachhaltige Sicherung der Lebewesen (Tiere und Pflanzen), aus existentiell-ethischen Überlegungen
3. die Sicherung von Naturschöpfungen aus ethischen Überlegungen
4. der Schutz des Landschaftsbildes aus ästhetischen Überlegungen

Alles sind hohe Ziele, denen sich niemand verschließen wird, denn jeder ist für Naturschutz. Woher kommen dann die Probleme, woher diese geringe Wertschätzung?

Naturgüter sind bisher frei verfügbar, stehen vermeintlich unbegrenzt zur Verfügung. Freie Güter haben keinen Preis oder der Preis ist Null.

Marktwirtschaftlich signalisiert der Preis Null »in Überfluß vorhanden«. Preise sind Lenkungssignale, was knapp ist, ist teuer.

Daraus folgt die Erkenntnis, daß nicht gegen marktwirtschaftliche Prinzipien, sondern mit dem Markt Umweltschutz praktiziert werden muß.

Umweltbelastung und Verbrauch von Naturgütern benötigen einen hohen Preis, denn hohe Kostenanteile werden wegrationalisiert, wie wir es von den Lohnkosten her kennen. Rationalisierung bedeutet aber ebenso Innovation, d.h. neue und bessere Technologie, möglichst nach dem Vorbild der Natur.

Sie sehen, Ökologie und Ökonomie sind keinesfalls Gegensätze, sondern beide sind Systeme mit vielen identischen Gesetzmäßigkeiten.

Einige Lösungsvorschläge hat Professor Bonus, Konstanz, mit dem Thema »Ökologische Marktwirtschaft« aufgezeigt.

Organismen und ökonomische Auswirkungen

Arten haben vielfach auch einen direkten Nutzen für den Menschen. Nachfolgend seien Beispiele hierfür gegeben:

- Pflanzen und Tiere dienen als Grundlage für die Sicherung der Ernährung. Die Erhaltung solcher Arten umfaßt dabei nicht nur die wenigen Kulturpflanzenarten und Haustierrassen (deren Vielfalt ebenso zu sichern ist), sondern auch Wildpflanzen sowie Süßwasser- und Meeresorganismen, die direkt oder indirekt (z.B. als Viehfutter) für die menschliche Ernährung wichtig sind.

- Eine eminent hohe Bedeutung hat eine hohe Artenvielfalt auch für die Neuzüchtung von Nutzpflanzen und -tieren bzw. die Einkreuzung von Wildarten in domestizierte Arten. In diesem Zusammenhang hat bereits die Züchtung krankheitsresistenter Pflanzensorten einen zunehmend höheren Stellenwert bekommen.

Neben der Ernährungssicherung ist auch die medizinische Versorgung der Menschheit ein Problem, das zur Lösung einen möglichst großen Artenreichtum und eine möglichst große natürliche Genvielfalt voraussetzt.

Bisher sind weniger als 10% der Pflanzen auf ihre Verwendbarkeit in der Heilkunde überhaupt geprüft worden, wobei die Produktion pharmazeutisch wirksamer Stoffe meist auf bestimmte Arten oder gar Rassen (Schutz von Ökotypen) beschränkt ist.

- Der Einsatz biologischer Methoden gegen tierische und pflanzliche Schädlinge, die bevorzugt in Monokulturen zur Massenvermehrung gelangen und heute i.d.R. durch kostspielige und resistenz-erzeugende Biozide bekämpft werden, setzt ebenso die Erhaltung eines vielfältigen genetischen Potentials voraus wie die Rolle, die Tiere und Pflanzen als Lieferanten von Rohstoffen (z.B. für Bekleidung) oder anderen wertvollen Substanzen (z.B. für Genußmittel) spielen.

Des weiteren wäre hier die zunehmende Bedeutung von Arten als Bioindikatoren zu nennen, als feinste Kontrollinstrumente, die in unersetzbarer Weise auf Veränderungen ihrer Umwelt reagieren und so Umweltbelastungen anzeigen.

Beispiele hierfür sind die Rolle der Tanne beim »Waldsterben«, die Verwendung von Flechtenarten zur Messung der Schwefeldioxidbelastung in Ballungsgebieten oder von Wasserpflanzen zur Ermittlung der Belastung von Gewässern.

Ein weiterer Grund, der einen umfassenden Schutz von Arten erfordert, ist die Bedeutung von Tieren und Pflanzen als Versuchsorganismen der Wissenschaft. Für deren eminent hohen Wert läßt sich eine Fülle von Beispielen aus der neuesten Zeit heranziehen.

- Ein letzter Punkt: Tiere und Pflanzen als Vorbilder für technische Systeme (Bionik).

In all den aufgezählten Fällen muß dabei ein »Vorsorge-Prinzip« zum Tragen kommen, um auch das potentiell nutzbare Arten- und damit Genreservoir für die Zukunft zu erhalten. Sie werden bemerkt haben, daß ich in meinem Referat den Begriff der »sozialen Marktwirtschaft« nicht verwendet habe, denn den humanen Aspekt einer sozialen Komponente kennt die Ökologie nicht.

Dem Menschen aber ist sie in seiner Verantwortung für kranke und schwache Mitmenschen aufgetragen. Die Frage sei in den Raum gestellt, welche Dimension das soziale Element haben muß. Insofern sind nicht alle Gesetzmäßigkeiten der Ökologie und Biologie auf unser Handeln übertragbar.

Doch »wer die Ökologie richtig versteht, kann kein Anhänger der Planwirtschaft sein« (HABER 1982).

Literatur

- BONUS, H. (1982):
Ökologische Marktwirtschaft.
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Statistik, Konstanz.
- BORMANN, F. H. u. LIKENS, G. E. (1979):
Patterns and Processes in a Forest Ecosystem.
Springer. New York, Heidelberg, Berlin.
- BRESCH, C. (1980):
Zwischenstufe Leben - Evolution ohne Ziel?
Fischer, Frankfurt/Main.
- DE SANTO, R. S. (1978):
Concepts of Applied Ecology.
Springer. New York, Heidelberg, Berlin.
- ELLENBERG, H. (1973):
Ökosystemforschung. Springer. New York, Heidelberg, Berlin.
- GOSZ, R., HOLMES, R. T., LIKENS, G. E. u. BORMANN, F. H. (1978):
The Flow of Energy in a Forest Ecosystem. Science.
- HABER, W. (1982):
Naturschutzprobleme als Herausforderung an die Forschung.
Natur und Landschaft, 57. Jg. Heft 1. S. 3-8.
- HAMPICKE, U. (1977):
Landwirtschaft und Umwelt - Ökologische und ökonomische Aspekte einer rationalen Umweltstrategie, dargestellt am Beispiel der Landwirtschaft der BRD. URBS et REGIO. Kasseler Schriften zur Geographie und Planung Bd. 5.
- QSCHKE, G. (1973):
Ökologie. Grundlagen - Erkenntnisse, Entwicklung der Umweltforschung. Studio visuell. Herder. Freiburg, Basel, Wien.
- REMMERT, H. (1978):
Ökologie - Ein Lehrbuch. Springer. Berlin, Heidelberg, New York.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Wolfgang Zielonkowski
Direktor der Akademie für
Naturschutz und Landschaftspflege
8229 Laufen / Postfach 1261

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [5_1983](#)

Autor(en)/Author(s): Zielonkowski Wolfgang

Artikel/Article: [Ordnungsprinzipien in der Biologie und der Ökologie 14-21](#)