

Glossar

Das Glossar enthält Definitionen und zusätzliche Erklärungen zu den Themen des Buches aus den Bereichen Biologie, Ökologie, Anthropologie, Selbstorganisation, Chaostheorie, Geophysik, Klima usw. (also Schwerpunkt Naturwissenschaft).

Sie finden darin Stichworte wie Fitness, genetische Assimilation, Darwins Selektionsprinzip, Selbstorganisation, Emergenz, Autopoiese, thermodynamisches Gleichgewicht, Chaos, Attraktor, Bifurkation, Bevölkerungsdruck, dissipative Strukturen, usw.

Albedo Die Albedo gibt an, wieviel Licht ein Himmelskörper zurückstrahlt. Ein schwarzer Planet reflektiert kein Licht und hat somit eine Albedo von 0,0. Ein grauer Planet, der die Hälfte des einfallenden Lichts zurückstrahlt, hat eine Albedo von 0,5, und ein völlig weißer, der alles reflektiert, eine von 1.

Algorithmus: eine exakt definierte Methode, um ein Problem zu lösen. Typischerweise wird ein Algorithmus durch eine Folge von Anweisungen beschrieben, die nacheinander ausgeführt und oft in festgelegter Weise wiederholt werden.

Asteroide: Derzeit sind rund 150 Objekte von mindestens einem km Durchmesser bekannt, die gelegentlich die Bahn der Erde kreuzen. NASA-Forscher schätzen ihre Zahl jedoch auf ein Vielfaches, zwischen 1050 und 450 Exemplare.

Bei einem möglichen Aufprall auf die Erde mit einer Geschwindigkeit von rund 25 km/sek könnte ein großer Asteroid die Energie von einer Million Wasserstoffbomben freisetzen. Dabei könnte genug Staub aufgewirbelt werden, so daß die Sonne für Monate verdunkelt würde. Asteroiden mit einem Durchmesser von 10 bis 15 km sind in 65 Millionen Jahren einmal zu erwarten und werden für Massenvernichtungen, so etwa das Aussterben der Dinosaurier (vor 65 Millionen Jahren) verantwortlich gemacht.

Attraktor (Chaos theory) An attractor is a state towards which a system tends from other states. Once in an attractor, a system will tend to remain there until there is an external event of sufficient force or sufficient internal drift to dislodge the system from the attractor. Attractors can be strong (it takes a great deal to dislodge the system from the attractor) or weak (the system is easy to dislodge). If states are imagined as points on a surface, attractors can be represented schematically with deep (strong) and shallow (weak) hollows in the surface into which a system can 'fall' and 'get stuck'. A system can move through a state space with multiple attractors, falling into one, remaining for a time, being dislodged and moving on until it falls into another. An *ergodic* system is one in which it is possible, in principle, to move from any state to any other in a finite time. A system that runs through a relatively simple cycle, where it passes through the same succession of states continuously, has a *limit cycle* or *periodic* attractor. A *strange* attractor is one that has the conventional properties of an attractor, in representing a relatively stable state, but which gives rise to non-periodic 'cycles'. A system drawn into a strange attractor will trace out a fractal trajectory rather than a simple cycle. (Clayton/Radcliffe 1996: 24)

Autonomous 'Autonomous' means that each member reacts individually according to internal rules and the state of its local environment (Kelly 1994: 22).

autopoietic "In the already classical work of Maturana and Varela an autopoietic system is defined as a network of interrelated component-producing processes such that the components in interaction generate the same network that produced them" (Laszlo 1987: 38).

Autopoiesis (Selbstorganisation) "Biologische Systeme sind als Netzwerke von Produktionsprozessen organisiert, die die Komponenten des Systems produzieren, die ihrerseits die Beziehungsnetzwerke von Produktionsprozessen realisieren. Durch eine solchen Zyklus oder eine 'operationelle Geschlossenheit' wird das das System produzierende Netzwerk laufend realisiert. Die Kontinuität bewahrt die Identität des Systems, die operationelle Schließung seine Autonomie. Biologische Systeme werden als autonom bezeichnet, weil sie alle Änderungen der Aufrechterhaltung ihrer Organisation unterordnen. Die Grenzen des Systems als eine Einheit werden aus dem System selbst heraus definiert, geschaffen und erhalten. Sie sind selbstreferentiell, deshalb, weil das biologische System in keine Interaktion treten kann, die nicht im Beziehungsmuster, welches die Organisation definiert, enthalten sind. (Sie verfolgt keine gewählten Ziele oder Zwecke). Die Interaktion mit der Umwelt des Systems wird zum Teil des Systems selbst, indem es mit der Umwelt interagiert, um seine Selbstproduktion zu ermöglichen und zu erleichtern" (Paslack 1991: 22).

autopoietic (self-organisation) An autopoietic system is defined as a network of interrelated component-producing processes such that the components in interaction generate the same network that produced them. The product is always the network (i.e. the system) itself, created and re-created in a flow of matter and energy (Laszlo 1987).

Awareness (in self-organisation theory) is ... not to be equated with self-consciousness; the system does not have to make value judgements. All it needs is a mechanism which registers the stimulus as opprobrious or salubrious, and these terms are in no way ethically loaded. [Or as Stuart Kauffman would say: Yuk or Yum]. (Beer 1981:27)

Begrenzungsfaktor, limitierender Faktor (Ökologie): Der Faktor, der am wenigsten den Bedürfnissen einer Art entspricht, begrenzt ihre Entwicklung. Ein einziger Faktor hat diese Wirkung, selbst wenn alle anderen in idealer Kombination vorhanden sind. Die Begrenzung kann ein Mangel oder ein Überschuß sein (ein zuwenig oder ein zuviel). (Passet 1996: 61 s.a. [minimum law](#))

Behaviour The pattern of activity of a system over time (Clayton/Radcliffe 1996: 24)

Bevölkerungsdruck, nach **Boserup** 1965: Ester Boserup, *The Conditions of Agricultural Growth*, 1965

Nach *Malthus* (s.d.) begrenzt die Landwirtschaft (da ihre Produktion nur arithmetisch wachsen kann) die Bevölkerung (die geometrisch wächst). Boserup stellt seine Argumentation auf den Kopf. Sie argumentiert, daß umgekehrt das Bevölkerungswachstum Änderungen in der Landwirtschaft herbeiführt.

"Die ersten Bauern betrieben Wanderfeldbau. Sie holzten Wälder ab, bauten auf den gerodeten Flächen für ein oder zwei Jahre Nahrungspflanzen an und zogen dann weiter. Nach 15 bis 20 Jahren kamen sie an die alten Flächen zurück. Doch mit der Zunahme ihrer Bevölkerung mußten sie immer häufiger auf dieselben Parzellen zurückgreifen.

Dann entstanden Probleme. Die Böden verkrusteten, die Verunkrautung nahm zu und die Ernten gingen zurück. So waren die Bauern gezwungen, neue Techniken zu entwickeln. Die einfachen Grabstöcke wichen Hacken. Auf diese folgten von Ochsen gezogene Pflüge. Um die Bodenfruchtbarkeit zu bewahren, mußten die Bauern Dünger, Kompost, Fruchtfolgen mit stickstoffbindenden Hülsenfrüchten und die Bewässerung einführen. Durch die Bewässerung konnten sie mehrere Ernten im Jahr einbringen.

....All diese Entwicklungen führten dazu, daß die Nahrungsmittelproduktion mit dem Bevölkerungswachstum Schritt halten konnte. Sie erforderten mehr Arbeit, doch die Menschen investieren nur dann mehr Arbeit, wenn sie keine andere Wahl haben. Das Bevölkerungswachstum übte den Druck dazu aus. Ohne Bevölkerungswachstum wäre es nicht zu all diesen Entwicklungen gekommen." (phdr34)

Anm. Wenn man das Erklärungsmodell von Boserup um das Konzept der Tragfähigkeit erweitert, wenn man also die Entwicklung der Landwirtschaft ökologisch und kulturalanthropologisch als ein Beispiel für den Prozess der Vergrößerung der Tragfähigkeit betrachtet, kommt man zu einer verallgemeinerten Beschreibung des Stoffwechsels menschlicher Kulturen mit ihrer physischen Umwelt, die die ökologische Krise in einem neuen Licht erscheinen lässt (s. [Overshoot](#)).

bifurcation (from furca fork) (chaos theory): a branching off in two or more directions; in Chaos Theory, the unpredictable "choice" a system may make in its evolution over time between two or more possible states [see Multistability)

Bifurcation point (chaos theory) During the approach to a critical value of a control parameter a physical system can behave in a stable way. The bifurcation point is the point at which minutely different values of other variables can result in drastically different system behaviour.

(Clayton/Radcliffe 1996: 24)

Bifurkation (lat. furca Gabel: Verzweigung), in der Systemtheorie: Übergang eines komplexen Systems in einen anderen Zustand. Der neue Zustand ist einer von mehreren möglichen Zuständen (s. [multistability](#)), wobei nicht vorausgesagt werden kann, in welchen Zustand das System übergehen wird. Bei ausreichender Komplexität ist auch nicht bekannt, welche möglichen stabilen Zustände einem System zur Verfügung stehen, da sich ein solcher Zustand im Gefolge einer Fluktuation oder eines Symmetriebruches spontan einstellen kann, ohne je vorher aufgetreten zu sein (s. [Emergenz](#)).

Eine gute Illustration des Begriffes Bifurkation ist das Verhalten der Kugel in einem Flipper-Spielautomaten. Wenn die Kugel auf einen Zapfen trifft, kann sie (bekanntlich unvorhersehbar) nach rechts oder nach links abprallen. Dieser Zapfen ist der Bifurkationspunkt der Kugel.

"... when a physical system is driven progressively away further from equilibrium, a unique state may suddenly become unstable, and face two alternative paths of evolution. No prediction can be made about which 'branch' will be chosen. Mathematically, the single line [representing the stable state] is a solution to the evolution equations which bifurcates at a singularity in the

equations that occurs when a forcing parameter reaches some critical value" (Davis 1987: 88).

Biosphäre: Die Biosphäre besteht aus lebenden und nicht-lebenden Bestandteilen. Es ist das umfassende Miteinander von Boden, Wasser, Luft und lebenden Organismen, welches ein vollständiges Ökosystem ausmacht. "Im Konzept der Biosphäre wird das planetarische Ganze als das größtmögliche Ökosystem begriffen, das durch kybernetische Mechanismen zu einer Stabilitätslage tendiert, die zunehmend durch menschliche Aktivitäten gefährdet ist." (Hutchinson 1970)

Boundary The real or abstract delineation between a system and its environment. (Clayton/Radcliffe 1996: 24)

Carrying capacity refers to the number of individuals who can be supported in a given area within natural resource limits, and without degrading the natural social, cultural and economic environment for present and future generations. The carrying capacity for any given area is not fixed. It can be altered by improved technology, but mostly it is changed for the worse by pressures which accompany a population increase. As the environment is degraded, carrying capacity actually shrinks, leaving the environment no longer able to support even the number of people who could formerly have lived in the area on a sustainable basis. No population can live beyond the environment's carrying capacity for very long (www.carryingcapacity.org).

Cash crops: weltmarktfähige Produkte

Chaos and Complexity: The study of "Chaoplexity", as John Horgan (1996) calls it, is inspired by the realization, or admission, that "many phenomena are non-linear and hence inherently unpredictable, because arbitrarily tiny influences [[initial conditions](#)] can have enormous, unforeseeable consequences. A small error in the former will produce an enormous error in the latter. Edward Lorenz ... called this phenomenon the [butterfly effect](#), because it meant that a butterfly fluttering in Iowa could, in principle, trigger an avalanche of effects culminating in a monsoon in Indonesia. Because we can never possess more than approximate knowledge of a weather system, our ability to predict its behavior is severely limited.

This insight is hardly new. Henri Poincaré warned at the turn of the century that "small differences in initial conditions produce very great ones in the final phenomena. A small error in the former will produce an enormous error in the latter. Prediction becomes impossible" (Horgan 1996: 192).

Chaos The formal definition of chaos is stochastic behaviour occurring in a deterministic system. Stochastic means random or intrinsically unpredictable. Such behaviour occurs in deterministic systems which are extremely sensitive to small changes [in initial conditions]. This sensitivity can be so great that that the long-term behaviour of a system can only be predicted (even in principle) given infinitely precise information about the system. (Clayton/Radcliffe 1996: 24)

Chaos Theory: Despite its name, the theory seeks to eliminate rather than discover or create chaos - it studies processes that appear chaotic on the surface but on detailed analysis prove to manifest subtle strands of order (Laszlo 1987).

Chaos: In chaotischen Systemen ist alles mit allem über positive und negative [Rückkopplungsschleifen](#) verbunden. Daher kann jede noch so kleine Veränderung (s. [Schmetterlingseffekt](#)) das System als Ganzes in unvorhersehbarer Weise verändern. S.a. [deterministisches Chaos](#)

chaotisch s. [Indeterminacy, uncertainty](#)

Co-evolution is reciprocal evolutionary change in interacting species (John Thompson in *Interaction and Coevolution*)

Cognition: "In being themselves (producing, reproducing, maintaining themselves) organisms bring forth a world, so they are creative not only of themselves but of the world they know" (Maturana, paraphrased by Brian Goodwin)

Collapse The uncontrolled decline of a system. This generally occurs when there are positive feedback effects eroding system limits, or when an event transgresses significant system [thresholds](#). (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Communication The transfer of information or, in social systems, meaning. (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Connectivity The property of structures that transmit effects through a system (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Control The process by which a system maintains its integrity or performance under changing demands (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

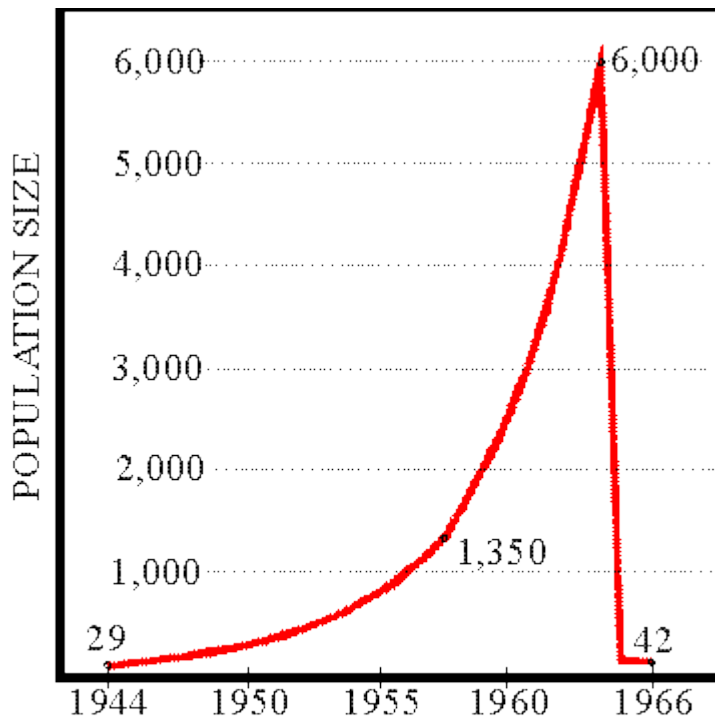
coupling (of unities): whenever the conduct of two or more unities is such that the conduct of each one is a function of the conduct of the others (Maturana/Varela)

Crash, as with the Easter Islanders, is what happens after [overshoot](#)—a precipitate decline in species numbers. Once a population has exceeded the capacity of its environment in one life-giving respect or another, there is no recourse, nothing to be done until that population is reduced to the level at which the resources can recover and are once again adequate to sustain it. Take the case of the famous Irish potato famine. For well over a century, year after steady year, the British encouraged and the Irish developed a near-total dependency upon a single dietary mainstay, the potato, and the population of the island grew from 2 million people to more than 8 million. Then suddenly in 1845 a natural competitor for the potato came along in the form of a parasitic fungus that got to the tubers somewhat before the people did and turned the potatoes into sticky, inedible, mucous globs. Crash: within a generation the country was devastated, more than half the population died or emigrated, and those who remained were reduced to a poverty that diminished only a century later. (www.dieoff.org)

A classical illustration of the concept:

"Transgressing the carrying capacity for one period lowers the carrying capacity thereafter, perhaps starting a downward spiral toward zero. David Klein's classic study of the reindeer on St. Matthew Island illustrates the point. In 1944 a population of 29 animals was moved to the island, without the corrective feedback (negative feedback) of such predators as wolves and human hunters. In 19 years the population swelled to 6,000 and then "crashed" in 3 years to a total of 41 females and one male, all in miserable condition. Klein estimates that the primeval carrying capacity of the island was about 5 deer per square kilometer. At the population peak there were 18 per

square kilometer. After the crash there were only 0.126 animals per square kilometer and even this was probably too many once the island was largely denuded of lichens. Recovery of lichens under zero population conditions takes decades; with a continuing resident population of reindeer it may never occur. Transgressing the carrying capacity of St. Matthew Island reduced its carrying capacity by at least 97.5 percent." (s.a. [overshoot](#))



Assumed population of the St. Matthew Island reindeer Herd. Actual counts are indicated on the population curve.

Source: Hardin 1980.

Criticality A critical point at which the behaviour of a system changes qualitatively (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Culture is defined in this context as a set of structures and technologies developed and used by groups of humans to exploit and change their environment for their purposes and which are subject to an evolutionary process as they are handed down from generation to generation. (Boyden 1987) S.a. [Kultur](#)

Delay Time lag between cause and effect. Some elements of some systems take longer to react than others. This means that some events are synchronised, others are entrained out of phase, while others are part of the same process of cause and effect but happening over different timescales. The degree of lag can itself be subject to [threshold](#) or interactive effects. (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Die-off and, in its final form, die-out, is a phenomenon common in the history of zoology and botany, and the dodo and the passenger pigeon are not exceptional. There is, for example, the everyday but suggestive experience of yeast cells introduced into a wine vat. Enormously successful as a species, they gobble up nutrients from the sugary crushed grapes around them and expand their population without a thought to the consequences of drawdown;

within weeks, however, the 'pollution' they produce—alcohol and carbon dioxide, which of course is what the fermentation is all about—have so filled their environment that they are unable to survive. The resulting crash, in that vat at least, means an acute die-off and then extinction. (www.dieoff.org)

Dissipation (dissipatio Zerstreuung) (Thema Selbstorganisation): Übergang einer Energieform in eine niedrigere Form (Wärme) oder in einem erweiterten Sinn auch Übergang von Materie höherer Qualität (hoher Konzentration, hoher Ordnungszustand) in Materie niedriger Qualität (unkonzentriert, ungeordnet). Die Qualität von Materie und Energie wird in dissipativen Systemen zur Erhaltung ihres Zustandes 'verbraucht', gleichsam zerstreut. Die im System gewonnene Ordnung wird mit dem Abbau von Ordnung in der Umgebung bzw. mit der Zunahme von Entropie 'bezahlt'. Gegenstand der klassischen Physik sind Gegenstände und Ensembles (eben keine "Systeme") im oder nahe beim thermodynamischen Gleichgewicht, in denen die Entropie (Maß für die Unordnung und damit für die Qualität der Energie des Systems) zunimmt oder bestenfalls gleichbleibt; dagegen können dissipative Systeme fern vom thermodynamischen Gleichgewicht Entropie in dem Maß 'exportieren', daß die Gesamtentropie des Systems selbst abnimmt, d.h. daß ihr Ordnungsgehalt wächst (nach Schmidt 1991:313 fn).

Nach der von Prigogine entwickelten nichtlinearen Nichtgleichgewichts-Thermodynamik halten in offenen Systemen (bei geeigneter Abschließung) die innere Erzeugung von Entropie und der Entropieexport nach außen einander die Waage, wodurch das System seine Ordnung unter Bedingungen hohen Ungleichgewichts aufrechtzuerhalten vermag (nach Paslack 1991:37). s.a. Abschließung, offene/geschlossene Systeme

dissipativ s. Dissipation, s. a. Indeterminacy, uncertainty

dissipative Strukturen Nach einem Vorschlag von Ilya Prigogine (1979, 1984) bezeichnet man geordnete Strukturen, die durch eine Diskontinuität, einen qualitativen Sprung, einen kinetischen Phasenübergang vom thermodynamischen Gleichgewicht getrennt sind, als dissipative Strukturen.

Drawdown is the process by which the dominant species in an ecosystem uses up the surrounding resources faster than they can be replaced and so ends up borrowing, in one form or another, from other places and other times. For our age, though the examples of such depletion are numerous, the most vivid is that of fossil fuels. In the space of a little more than a hundred years we have used up perhaps 80 percent of the buried remains of the Carboniferous period—oil, gas, and coal—that were deposited over a period of a hundred million years or more, and what's more we have become totally dependent on continuing the process. One can argue about the due-date, but the outcome is certain. (www.dieoff.org)

Ecosystem: "The British plant ecologist A. G. Tansley ... coined the term 'ecosystem' to characterize animal and plant communities. The ecosystem concept - defined today as 'a community of organisms and their physical environment interacting as an ecological unit' (see Lincoln et al. 1982) - shaped all subsequent ecological thinking" (Capra 1996: 26).

Emergence The phenomenon that systems have properties that the system components do not. An emergent property of a system is that which is not

readily explainable with reference to the subcomponents. (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Emergent properties: Many phenomena in nature "exhibit properties that cannot be predicted or understood simply by examining the system's parts" (Horgan 1996: 192).

Emergenz: eine selbstorganisierte dynamische Struktur ist mehr als die Summe ihrer Teile. Das Ganze ist vielmehr etwas qualitativ Neues, indem die Einzelteile von vielen möglichen Verhaltensweisen nur eine oder wenige verwirklichen.

end-of-pipe-Technologien = nachsorgender Umweltschutz: Schäden werden erst angerichtet (in Form von giftigen Nebenprodukten und umweltschädlichen Emissionen) - dann versucht man, sie durch Filter, Abscheider, Katalysatoren und Kläranlagen einzufangen, bevor sie sich in der Umwelt verbreiten. Die Umweltprobleme werden dadurch nicht gelöst, sondern von einem Medium (Wasser, Luft) in ein anderes (Boden, Meer, Ausland) verlagert. "Nach seiner Reinigung ist das Abwasser zwar wieder relativ sauber, die Schadstoffe finden sich dafür im Klärschlamm wieder. Die Verbrennung des Mülls vermindert einerseits das zu deponierende Abfallvolumen, die Gifte kontaminieren aber Flugasche, Filterstäube und Restschlacken" (Q08).

Energie: (gr. en in und ergon Werk, Handlung, Aktion): die Fähigkeit, eine Aktion zu bewirken, eine Arbeit zu leisten (Materie zu bewegen oder zu verändern)

Entropie ist eine Folge irreversibler Prozesse, die ein von der Umgebung isoliertes System in einen Gleichgewichtszustand überführt." Gleichgewicht bedeutet, daß sich alle Temperaturdifferenzen oder Konzentrationsgradienten ausgleichen und daß sich ein homogener Zustand herstellt. Chemisch gesehen heißt das, daß sich ein Reaktionsgleichgewicht zwischen den reaktionsfähigen Komponenten einstellt. "Dabei ist nach L. Boltzmann ... die Entropiezunahme als fortschreitende Desorganisation zu deuten" (Paslack 1991:34).

Entropie stellt, vereinfacht ausgedrückt, den Zustand von Energie und Materie dar, in dem sie so verbraucht, zerstreut, verdünnt, entwertet sind, daß sie nicht mehr genutzt werden können. Entropie ist ein Maß der Nähe zum Gleichgewicht (Lovelock). Je näher ein System beim (chemischen, physikalischen, thermischen) Gleichgewicht ist, desto höher ist seine Entropie. Je mehr Ordnung, Muster, Strukturen es enthält, desto niedriger seine Entropie.

Entropie: Die Entropie ist in der statistischen Thermodynamik ein Maß für den Zufallsgrad der Elementanordnung in einem geschlossenen System. Gemäß dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik kann die Entropie in einem isolierten System nicht abnehmen; sie bleibt konstant bei reversiblen Zustandsänderungen der Elemente und wächst bei irreversiblen. Da nun Energietransformationen nur im Idealfall umkehrbar sind, erreicht ein sich selbst überlassenes, abgeschlossenes System irgendwann einen wahrscheinlichsten Zustand, bei dem sich die gesamte Energie in Wärmeenergie verwandelt hat und auf alle Elemente gleichmäßig verteilt ist. (Krieg 1971:50)

Entropy "is a physical property like temperature or pressure, popularly but incorrectly associated with disorder. It is a *measure of proximity to*

equilibrium. All living things exhibit low entropy - they maintain a high level of internal disequilibrium and abundant information." (Lovelock 1991: 30, *Hevorh. LM*)

Entropy For any given system conceived as a closed - in fact, isolated - unit of matter and energy, differences and gradients in concentrations and temperature tend to disappear, to be replaced by uniformity and randomness. The universe [as the axiomatic closed system], at least in its material components, moves from a more organized and energetic state toward states of growing homogeneity and randomness. It ultimately reaches the state of perfect heat distribution in which no irreversible process can any longer occur: there are no hotter and colder bodies to create a flow of energy (Laszlo 1987)

Entropy The degree to which relations between the components of any aggregate are mixed up, unsorted, undifferentiated, unpredictable, and random. The opposite is negentropy, the degree of ordering or sorting or predictability in an aggregate. In physics, certain sorts of ordering are related to quantity of available energy (Gregory Bateson).

Entropy The Second Law of thermodynamics "states that when one form of energy is converted into another, a certain proportion is always lost as heat. From this law we can deduce that the total quantity of energy in the universe has direction: it is always running down. Hot objects become cool, but cool objects never become hot. Natural processes are always moving toward chemical equilibrium, i.e. a zero-energy state: the lower their energy, the greater their entropy". (Lovelock 1991: 30)

Entropy When describing the chances of economic reform in the former Soviet Union, Grigory Yawlinsky, Gorbachev's economic advisor, is reported to have said: It is easy to make fish soup out of the contents of an aquarium - all you have to do is to heat it up. It is vastly more difficult to do the opposite.

Entropy: The first law of thermodynamics states that the sum of energy in a closed system is always the same. Energy cannot be increased or destroyed. The second law of thermodynamics says that whenever energy is "used", i.e. when work is done in one form or another, energy is converted from a higher into a lower form and that, in consequence, such work can only be done once.

1. First law of thermodynamics (the conservation principle)

The total amount of energy in a closed system is always the same. (Energy cannot be created or destroyed)

2. Second law of thermodynamics (the entropy principle)

In a closed system, entropy will always increase. Entropy is the measure of energy which can no longer be used to do work.

The state of greatest disorder has the greatest probability. Thus, in closed systems, entropy is bound to increase in all processes of change.

[Albert Einstein bezeichnete die Thermodynamik als die einzige physikalische Theorie, die niemals falsifiziert werden könne.....]

The principle is perfectly illustrated by the water in a reservoir which can flow down only once, through pipes and turbines, in order to generate electricity; during this process, the volume of water remains the same but the stored capacity to do work is irretrievably used up.

The Second Law states that in any isolated system organization and

structure tend to disappear, to be replaced by uniformity and randomness. (Laszlo 1987: 21)

Environment Defined as that which lies outside a system boundary. (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Equilibrium When a system is in a static or dynamic stable state. A system would achieve a particular dynamic equilibrium if, for example, the flows into a [stock](#) were the same as the flows out of a stock, so that the stock level was constant even though the contents of the stock were changing. (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Equilibrium/non-equilibrium In a state of equilibrium energy and matter flows have eliminated differences in temperature and concentration; the elements of the system are unordered in a random mix, and the system itself is homogeneous and dynamically inert.

In systems near equilibrium there are small differences in temperature and concentration; the internal structure is not (completely) random and the system is not inert. Such systems will tend to move toward equilibrium as soon as the constraints that keep them in nonequilibrium are removed. For systems of this kind, equilibrium remains the '[attractor](#)' which it reaches when the forward and reverse reactions compensate one another statistically, so that there is no longer any overall variation in the concentrations ... While in a state of non-equilibrium the system performs work and therefore produces entropy, at equilibrium no further work is performed and entropy production ceases" ...

"In a condition of equilibrium the production of entropy, and forces and fluxes (the rates of irreversible processes) are all at zero, while in states near equilibrium entropy production is small, the forces are weak, and the fluxes are linear functions of the forces. Thus a state near equilibrium is one of linear nonequilibrium, described by linear thermodynamics in terms of statistically predictable behaviors, as the system tends toward the maximum dissipation of free energy and the highest level of entropy. Whatever the initial conditions, the system will ultimately reach a state characterized by the least free energy and the maximum of entropy compatible with its boundary conditions"....

Far-from-equilibrium systems are [open systems](#) (which are, remember, not-completely-closed systems) whose second-law movement towards entropy "is not determined uniquely by irreversible processes within their boundaries. Internal processes within the system do obey the Second Law: free energy, once expended, is unavailable to do further work. But free energy or [negentropy](#) can be 'imported' by open systems from their environment. In this process, they diminish their own internal entropy while increasing the entropy of their environment, so that the Second Law which demands that entropy must increase or remain constant at best is not infringed at the bottom line (Laszlo 1987-21).

Example of non-equilibrium: "... the simultaneous presence of methane and oxygen in our atmosphere. In sunlight, these two gases react chemically to give carbon dioxide and water vapour. [Once this reaction has taken place, equilibrium has been re-established]. The rate of this reaction is such that to sustain the amount of methane always present in the air, at least 1,000 million

tons of this gas must be introduced into the atmosphere yearly" (Lovelock 1987: 6).

Ergodicity An ergodic system is one in which it is possible, in principle, for the system to move from any state to any other state in a finite time.

(Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Erosion A decline in the resource base supporting a system. This can occur inside a positive feedback loop, which means that the erosion itself makes a further erosion more likely to occur. (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Es gliedert sich in zwei Teile:

Evolution: Erfolgreiche Arten entstehen durch die Elimination des Mißerfolgs (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Exponential growth Growth by a constant fraction of the growing quantity during a constant time period as with, for example, compound interest.

(Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Far-from-equilibrium s. [equilibrium](#)/non-equilibrium

Feedback loop An iterating chain of causal connections. With negative feedback loops, change is effected in a direction that makes further change less likely. With positive feedback loops, change is effected in a direction which makes further change more likely. Where negative feedback loops tend to check and control growth, for example, positive feedback loops tend to amplify growth. (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

fern vom thermodynamischen Gleichgewicht s.a. [equilibrium](#)/non-equilibrium

first law of thermodynamics s. [Entropy](#)

Flow Change of [stock](#). (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Fluktuation: Komplexe selbstorganisierende Systeme stehen ständig vor der Aufgabe, sich auf Veränderungen in ihrer Umwelt (Temperatur, Feuchtigkeit, Nahrungsangebot, evolutionäre Veränderungen usw.) einzustellen (s. [strukturelle Kopplung](#)). Innerhalb einer bestimmten Bandbreite kann ein System auf solche Störungen flexibel reagieren (s. [Resilienz](#)). Veränderungen interner Parameter wie Temperatur, pH-Wert, Ionen-Konzentration, die einen bestimmten Grenzwert überschreiten, werden als Fluktuationen bezeichnet, die das System in einen chaotischen Übergangszustand treiben können. Die häufigste Folge eines solchen Vorgangs ist der Zusammenbruch des Systems (Austrocknung, Vergiftung, Erfrieren usw.). Bei ausreichender Komplexität stehen einem System andere stabile Zustände zur Verfügung (s. [Bifurkation](#), s. [multistability](#)), in die es bei Auftreten einer Fluktuation übergehen kann.

GAIA "'The earth is *obviously* not a live organism,' Margulis said, 'because no single living organism recycles its waste'" (Horgan 1996: 130).

Gaia "Through Gaia theory, I see the Earth and the life it bears as a system, a system that has the capacity to regulate the temperature and the composition of the Earth's surface and to keep it comfortable for living organisms. The self-regulation of the system is an active process driven by the free energy available from sunlight" (Lovelock 1988: 31)

GAIA [see [Window for Life](#)]

GAIA hypothesis "the hypothesis that the entire range of living matter on Earth, from whales to viruses, and from oaks to algae, could be regarded as constituting a single living entity, capable of manipulating the Earth's

atmosphere to suit its overall needs and endowed with faculties and powers far beyond those of its constituent parts" (Lovelock 1987:9) (Beispiel für [Emergenz!](#)).

Gaia was defined as "a complex entity involving the Earth's biosphere, atmosphere, oceans, and soil; the totality constituting a feedback or cybernetic system which seeks an optimal physical and chemical environment for life on this planet. The maintenance of relatively constant conditions by active control may be conveniently described by the term 'homeostasis'" (Lovelock 1987:11).

The GAIA hypothesis "postulates that the physical and chemical conditions of the surface of the Earth, of the atmosphere, and of the oceans has been and is actively made fit and comfortable by the presence of life itself. This is in contrast to the conventional wisdom which held that life adapted to the planetary conditions as it and they evolved their separate ways" (Lovelock 1987:152). Also see [Window for Life](#)

Gleichgewicht: Systeme im thermodynamischen Gleichgewicht sind "makroskopisch homogen (von indifferenter Temperatur)" (d.h. ohne Temperaturdifferenzen oder -gradienten) "bzw. 'konservativ' strukturiert (Beispiel: Eiskristalle)". Dazu Erich Jantsch (1982: 58): "Bei tiefer Temperatur und dem Vorhandensein von Bindekräften können Strukturen auch bei der Annäherung an den Gleichgewichtszustand entstehen. Kristalle, Schneeflocken und biologische Membranen sind solche Gleichgewichtsstrukturen mit höherer [Entropie](#) als der flüssige Zustand, aus dem sie hervorgegangen sind."... "Man kann hier von konservativer Selbstorganisation sprechen, insofern die spontane Ausbildung von Ordnung mit der Einnahme eines Gleichgewichtszustands einhergeht. Die Eigenschaften von Kristallen können aus der lokal wirksamen Reichweite der Anziehungs- und Abstoßungskräfte der Moleküle abgeleitet werden," (die Moleküle oder Atome kommen zur Ruhe), "während dynamisch selbstorganisierte Ordnungsmuster Ausdruck globaler Nichtgleichgewichtssituationen sind, wie die Theorie der dissipativen Strukturen lehrt" (Paslack 1991:35).

HANPP Die menschliche Aneignung von [Nettoprimärproduktion](#) (kurz HANPP für "Human Appropriation of NPP) zeigt, welcher Anteil der Nettoprimärproduktion einer bestimmten Region (bzw. der ganzen Welt) bereits durch Bodenversiegelung, Degradation, oder Ernte - also durch menschliche Aktivitäten - den Ökosystemen verloren geht (Smetschka 2004).

Heterotroph sind alle Organismen, die sich von anderen Organismen oder deren Abbauprodukten ernähren, da sie nicht wie die Pflanzen mit Hilfe der Assimilation die Sonnenenergie direkt nutzen können.

Hierarchy The effective structures, defined by levels of [emergent](#) properties, within which system are constituted by and constitutive of other systems. (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Homeostasis: "the self-regulatory mechanism that allows organisms to maintain themselves in a state of dynamic balance with their variables fluctuating between tolerance limits" (Walter Cannon, nach Capra 1996: 35)

Homeostasy or Internal stability: To be aware of something happening and label it disturbance, and to be able to alter internal states until the effects of the disturbance are offset, is enough. (Beer 1981:27)

Homeotely: The term homeotely signifies that subsystems will direct their behaviour in such a way that it is beneficial for the well-being of the overall system. When applied to the evolutionary process, it states that subsystems will develop in such a way that they are beneficial for the well-being of the overall system. At first glance, this sounds embarrassingly teleological. However, if we recognize the fact that the behaviour as well as the evolution of systems is guided by context-sensitive self-interest, teleology vanishes into thin air. Context-sensitive self-interest is a systemic evolutionary principle: organisms are forced by their selfish genes to seek nothing but their own advantage - but the environment in which they develop, or the system of which they are a subsystem, only allows a limited set of developments and patterns of behaviour, any breach of the rules being punished with elimination.

For an animal endowed with choice this harsh law transforms into an ethical principle: since its behaviour is only partly genetically determined, the word sensitive assumes its active meaning, i.e. it refers to conscious reactions to perceived or anticipated effects of behaviour or development on the overall system. (LM, based on Edward Goldsmith, *The Way*) [Angesichts der drohenden Zerstörung der Lebensgrundlagen auf der Erde] "mag der weltweite ökologische Wandel, vor dem wir stehen, die letzte große Chance sein, zu zeigen, dass es wirklich intelligentes Leben auf der Erde gibt" (Wackernagel und Rees 1996).

Homöotelie (gr. homoios gleich und telos Ziel) bedeutet, daß Subsysteme ihr Verhalten so ausrichten, daß das Wohlbefinden des Gesamtsystems davon profitiert, oder zumindest nicht beeinträchtigt wird. Auf den Evolutionsprozeß angewandt, heißt das, daß Subsysteme sich so entwickeln werden, daß sie sich mit dem Wohlbefinden des Gesamtsystems im Einklang befinden. Auf den ersten Blick hat diese Aussage den haut gout Geruch der Teleologie. Wenn man sich jedoch klarmacht, daß das Verhalten ebenso wie die Evolution von Systemen durch ein kontext-sensitives Eigeninteresse geleitet werden, löst sich der Verdacht der Teleologie auf. Kontext-sensitives Eigeninteresse ist ein systemisches Evolutionsprinzip: Organismen werden durch ihre selbstüchtigen Gene dazu gezwungen, nichts als ihren eigenen Vorteil suchen - aber die Umwelt, in der sie sich entwickeln, oder das System, von dem sie ein Subsystem sind, erlauben nur eine begrenzte Zahl von Entwicklungen oder Verhaltensweisen, und alles, was über diesen streng begrenzten Kanon hinausgeht, wird mit Ausmerzung bestraft. Da es also diese die Homöotelie verletzenden Individuen nur einmal gibt, bevor sie bzw. das System, zu dem sie gehören, wieder verschwinden, ohne überlebendige Nachkommen zu hinterlassen, bleibt die Homöotelie gewahrt (s. Goldsmith o.J.).

Hyper-region An area in hyper-dimensional space. (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Hysterese: das Zurückbleiben (gr. hysteresis) einer Wirkung hinter der sie verursachenden veränderlichen physikalischen Größe.

Indeterminacy, uncertainty: Heisenberg's uncertainty (or indeterminacy) principle applies to subatomic particles. It states that it is impossible to specify or determine simultaneously both the position and the velocity of a particle with full accuracy. At the human or 'mesocosmic' level, however, this uncertainty cannot be seen to play a role because we are dealing with such gigantic numbers of atoms at a time that the question whether any part of them is here or there at any given moment is of no consequence. (If you want to have an idea of the order of magnitude of this uncertainty: Planck's

constant which can be used to quantify this uncertainty is 6.6252×10^{-27}). The behaviour of the particles is chaotic in the sense of random, i.e. it cannot be determined or calculated under any circumstances.

This is not the meaning of the word chaotic when we talk about chaotic systems. As a matter of fact, there is one category of chaotic systems which are called deterministic. Just as you would expect when using the word chaotic in its common language meaning, the course a chaotic system takes cannot be determined (never mind for the time being that we are talking about deterministic chaos).

Because of its intrinsic non-linearity (i.e. because it has self-reinforcing mechanisms built into its make-up), even the minutest inaccuracy in the measurement of the starting conditions will be amplified at certain points of its course, and the amplification will be reamplified at consecutive stages so that the path it takes will get farther and farther away from the path it would have taken had the starting conditions been ever so slightly different.

While this type of system is deterministic because its development is dictated by its starting conditions, it is also chaotic because its course cannot be calculated and predicted by an observer the way the course of a linear system can be predicted. The reason for the distinction is this. In both cases, in order to calculate the course of the system, the starting conditions must be determined. With the linear system, if your measurement of the starting conditions is slightly off, the end result will also be slightly off. Thus, by varying and improving your initial measurement, you can zoom in on the target and demonstrate that your prediction is right on principle - although it may still need some refinement. (This is, incidentally, the way the masses, orbits and speeds of the planets were determined over the centuries). With the chaotic system, however, varying the starting conditions ever so slightly will result, after a short while, in a completely different course for the system (see [butterfly effect](#)). This is to say that in order to be able to predict the course of the system correctly, you would have to determine the starting conditions with infinite accuracy - which is impossible.

Self-organising systems of the Prigogine type come into still another category. They are simply unpredictable - but not in the sense of a particle whose fate is stochastic. The French word *aléatoire* which is derived from *alea* (dice) describes this kind of behaviour very well. An example would be a dry leaf which is tossed around by the wind until it ends up in any old corner. In contrast to that, the behaviour of a self-organising system, while being unpredictable, is not at all *aléatoire* or random - quite on the contrary, it behaves as if it had a will of its own.

In contrast to chaotic systems which, as stated above, are unpredictable because their starting conditions cannot be ascertained with total accuracy, the course of development of self-organising systems could not be predicted even if their starting conditions could be ascertained with infinite accuracy. ...In a simple set-up, fluctuations will spell the end of a system more often than not. However, as systems become more complex, they tend to acquire multiple alternative states of potential dynamic stability - a situation which is called multistability. Once this potential emerges, fluctuations will cause a system to flip over into one of several new states.

...While it may be possible to determine external conditions precisely enough to predict when a particular feedback loop will go into runaway, such predictions will become more and more shaky the more positive and negative feedback cycles are coupled together, and with growing complexity, it will become totally impossible to predict into which of a set of alternative states the system will flip [see bifurcation) - quite apart from the fact that most of the states a system might flip into are unknown because they may [emerge](#) as a consequence of fluctuations. (LM)

Industrial ecosystem "In an industrial ecosystem ... the consumption of energy and materials is optimized, waste generation is minimized, and the effluents of one process ... serve as the raw material for another process. The industrial ecosystem would function as an analogue of biological ecosystems" (Robert Frosch, quoted from Kelly 1994: 178). This is a paradigmatic cut above the zero emission concept which restricts itself to isolated systems.

Information That which reduces uncertainty. Technically, information is measured in the number of binary choices necessary to uniquely define an event. The human concept of meaning is rather more complex. (Clayton/Radcliffe 1996: 25)

Input A flow into a system that is then transformed in some way. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Kultur "Kultur ist ein System der Speicherung und Veränderung von Verhaltensmustern, dessen Träger nicht die Moleküle des genetischen Codes, sondern die Gehirnzellen sind. Dieser Entwicklungssprung macht die Vertreter der Gattung Homo zu Spezialisten der Anpassungsfähigkeit im Reich der Natur." (Crosby 1991:20)

Kultur im weiten Sinn umfasst "... alle in einem gesellschaftlichen System vorkommenden Strukturen...

Wenn Kultur im engeren Sinn gemeint ist, dann bedeutet dies im allgemeinen, daß gleichzeitig eine Abgrenzung gegenüber »Gesellschaft« vorgenommen wird. Im anderen Fall haben die beiden Begriffe überlappende oder sogar synonyme Bedeutung" (Steiner 1992: 197)

Life "Bernal, Schroedinger and Wigner [all of them physicists] all came to the same general conclusion, that life is a member of the class of phenomena which are [open](#) or continuous systems able to decrease their internal [entropy](#) at the expense of [low entropy] substances or free energy taken in from the environment and subsequently rejected in a degraded form" (Lovelock 1987:4).

Life ... a self-organized system characterized by an actively sustained low entropy" (Lovelock 1988: 27)

Life industry, life-science industry: The boundaries between many once distinct businesses, from agribusiness and chemicals to health-care and pharmaceuticals to energy and computing are blurring, and out of their convergence is emerging what promises to be the largest industry in the world: the life-science industry.

Life: What makes a living organism? An organism can be said to be alive if it
 - has defined outer limits or boundaries (1)
 - takes in free energy, either as sunlight or chemical potential energy stored in food (2)

- excretes waste products, high in entropy (2)
- maintains a high level of internal [disequilibrium](#) (3)
- maintains a constant internal medium, regardless of changing external conditions ([homeostasis](#)) (Lovelock 1991: 30).

Notes: (1) this refers to what is generally called 'open' (see [open system](#))
 (2) generally described as 'exporting entropy'
 (3) 'far from equilibrium'

lineare/nicht-lineare Thermodynamik s. [equilibrium/non-equilibrium](#)

Linearity A relationship that is proportional for all values of the cause and the effect and for which the effect of changing two or more variables together is the sum of the effects of changing them independently. While some non-linear relationships can be approximated by linear models, in many complex systems, the non-linearities are both real and significant. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Lorenz attractor, strange attractor: ein computergeneriertes Bild, das die Gestalt eines Systems vom Typ deterministisches Chaos erahnen läßt. Dem Bild des seltsamen Attraktors liegen verkoppelte nicht-lineare Gleichungen zugrunde, die die Windgeschwindigkeit, die Temperatur und den Luftdruck in einem Wettersystem darstellen. Edward Lorenz stellte fest, daß dieses Gleichungssystem weit voneinander abweichende Ergebnisse produzierte, wenn man die eingegebenen Anfangsparameter auch noch so geringfügig an der fünften oder zehnten Stelle hinter dem Komma änderte. (Lorenz illustrierte diesen Effekt mit dem Satz: Der Flügelschlag eines Schmetterlings am Amazonas kann einen Wirbelsturm in Texas auslösen. Dieser Satz machte Geschichte unter dem Namen "Schmetterlingseffekt"). Wenn man die verschiedenen möglichen Ergebnisse im Phasenraum aufzeichnet, werden die unendlich vielen Lösungsmöglichkeiten in einer Weise angeordnet, die erkennen läßt, daß der unendlichen Vielfalt eine gemeinsame Gestalt (Selbstähnlichkeit, self-similarity) zugrundeliegt. "The folded shape of the attractor represents the folding of feedback going on between wind speed, temperature, and pressure in a weather system" (Briggs/Peat 1999: 117)

Malthus (Thomas Malthus, Essay on the Principle of Population, 1798)

Die Bevölkerung wächst (durch den ungezügelter Geschlechtstrieb in den unteren Schichten) in geometrischer Progression (1,2,4,8,16), die Nahrungsmittelproduktion kann nur in arithmetischer Progression (1,2,3,4,5) zunehmen. (Heute spricht man von 'exponentiell' und 'linear'). Somit "ist die Kraft der Bevölkerungsdichte unendlich viel größer als die Kraft der Erde, den Menschen zu versorgen."

Da die Nahrungsversorgung nie mit der Bevölkerungsvermehrung Schritt halten kann, regelt sich das Bevölkerungswachstum durch das Verhungern der Überzähligen.

(1803 veröffentlichte Malthus eine deutlich erweiterte und stark verbesserte Neuauflage seines Essays, in der er seine ursprüngliche Argumentation sehr stark abänderte, fast in ihr Gegenteil verkehrte. Aber die heftige Polemik der ersten Aufgabe blieb an ihm hängen).

mesocosmic the level situated about half-way between the microcosm of atoms and particles and the macrocosm of stars and galaxies

mesocosmic the level situated about half-way between the microcosm of atoms and particles and the macrocosm of stars and galaxies (well, not exactly half-way: it's 18 orders of magnitude up (to 10^{18}) and 12 orders of magnitude down (to 10^{-12}).

Minimum law "Liebig's Law ... states that whatever necessity is least abundant, relative to per capita requirements, sets the environmental limit for any given species. For a plant, the limiting factor may be heat, sunlight, water, nitrogen, or phosphorus ... For herbivores and carnivores, the most common limiting factor is food energy" (Heinberg 2003: 15).

Model "A model, like a map, cannot show everything. If it did, it would not be a model but a duplicate. Thus, the classic definition of art as 'the purgation of superfluities' also applies to models. The model maker's problem is to distinguish the superfluous from the essential." D. S. Riggs, nach jlp64

Model A descriptive intellectual construct. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Modell Als Modell bezeichnet man jede vereinfachte Darstellung der Realität. ... Wir wollen von einem formalen Modell sprechen, das auf dem Computer die Welt simuliert. Wenn dieses Modell irgendwie nutzbar sein soll, müssen wir es mit der >realen< Welt vergleichen. ... Was immer die Stärken und Schwächen von Gedankenmodellen sein mögen: stets sind sie gegenüber dem außerordentlich komplexen und sich unablässig verändernden Universum um uns herum geradezu lächerlich einfach. ... [World3] berücksichtigt besonders die Zeitspannen beim Ablauf von Entwicklungen und die Verzögerungszeiten, die bei der Übertragung von Informationen und bei physikalischen Prozessen auftreten. Seine Funktion beruht auf der Wirkung von [Rückkopplungen](#), bei denen ein Element in der Kausalkette oft in gewissem Umfang zur Ursache seines eigenen späteren Verhaltens wird. So kann z.B, die Änderung der Bevölkerungszahl eine wirtschaftliche Veränderung hervorrufen, die dann eine weitere Veränderung der Bevölkerungszahl zur Folge hat. ... Viele kausale Beziehungen in World3 sind nichtlinear. [Beispiel: Zusammenhang Ernährung und Lebenserwartung, Grafik S. 138] (Meadows 1992: 137) ... Modellbauer ... dürfen nicht alles in ihre Modelle aufnehmen, was sie wissen; nur das ist von Bedeutung, was dem Zweck des Modells dient. Die Kunst der Modellbildung besteht, ebenso wie die der Lyrik, der Architektur oder des Konstruierens, im Verzicht auf alles, was nicht zu dem erwünschten Zweck beiträgt" (ebd. :140).

Multi-factoriality The ability of a system component to serve both in a control function (causing change in another component) and in a dependent function (being changed by another component). (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Nachhaltig: "Sustainable" wurde (im Brundtland-Bericht deutsch) mit dem Bürokratenwort "nachhaltig" übersetzt, gemeint aber ist eine durchhaltbare Entwicklung, eine Form des Wirtschaftens und Lebens, die auf Dauer oder zumindest langfristig möglich ist und die nicht in durchaus absehbarer Zeit an ihren eigenen Exkrementen und Ausdünstungen erstickt.

Nachhaltige Entwicklung "Dauerhafte¹ Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können" (Hauff 1987: 46)

¹ In der deutschen Übersetzung des Brundtland-Berichts wird "sustainable" mit "dauerhaft" übersetzt. In der Folge hat sich jedoch der Begriff der "nachhaltigen Entwicklung" durchgesetzt.

Nachhaltigkeit : ein fortschrittliches politisches Konzept der integrierten Bekämpfung von Armut und Umweltzerstörung

Nachhaltigkeit, Management-Regeln (s.a. Ekins 1986, Minsch 1993):

1. Die Abbaurrate erneuerbarer Ressourcen soll ihre Regenerationsrate nicht überschreiten
2. die nicht-erneuerbaren Ressourcen sollen nur in dem Umfang genutzt werden, in dem ein physisch und funktionell gleichwertiger Ersatz in Form erneuerbarer Ressourcen oder höherer Ressourcenproduktivität geschaffen wird
3. Stoffeinträge in die Umwelt sollen sich an der Belastbarkeit der Umweltmedien orientieren (diese Regel ist problematisch: die systemischen Belastbarkeitsgrenzen sind oft nicht bekannt)

nahe beim thermodynamischen Gleichgewicht s. [*equilibrium/non-equilibrium*](#)

Natural selection: "... there is nothing particular about natural selection: it is simply a term used by biologists to describe the way in which one form replaces another as a result of their different dynamic properties. ... We could, if we wished, simply replace the term natural selection by dynamic stabilization, the emergence of the stable states in a dynamic system. This might avoid some confusion over what is implied by natural selection." (Goodwin 1997: 51)

negative Rückkopplung s. [*Rückkopplung*](#)

neolithische Revolution "Nach der klassischen Definition begann die neolithische Revolution, als die Menschen ihre Werkzeuge nicht mehr einfach aus zugeschlagenen Steinen herstellten, sondern durch Schleifen und Polieren erstmalig wirklich bearbeiteten. Und sie endete, als die Menschen lernten, Metalle in größeren Mengen zu schmelzen und zu Werkzeugen zu verarbeiten. Die Geschichte der neolithischen Revolutionen ist auch die Geschichte der Domestizierung von Haus-, Hof- und Herdentieren, der Entstehung der Schrift, der Gründung der ersten Städte und der Entstehung der Kultur." (Crosby 1991:23).

Nettoprimärproduktion NPP "Die Energieproduktion grüner Pflanzen nach Abzug ihres Eigenbedarfs wird als Nettoprimärproduktion bezeichnet. Sie kann sowohl in Masse- als auch in Energieeinheiten, bezogen auf eine bestimmte Fläche und Zeitspanne (meist ein Jahr) gemessen werden. Sie ist im wesentlichen die einzige Energiequelle für alle Nahrungsnetze, also jene vielfältig verwobenen Ketten des Fressens und Gefressenwerdens in der Natur" (Jahrbuch Ökologie 1997:23).

Nichtlinearität bedeutet, daß die Veränderung einer Variablen nicht mehr proportional (linear) zu einer anderen Variablen erfolgt (Paslack 1991-47).

Non-linearity A relationship that is not strictly proportional for all values of the cause or the effect, or for which the combined effect of changing two or more control variables is not additive. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Nullsummenspiel: beruht auf einer "universalen" Vorstellung, der *limited-goods conception* der Anthropologie (G.M.Foster, Peasant Society and the Image of Limited Goods). Die "grundlegenden Züge dieser Rechtsgemeinschaft:

- alle Wesen, Dinge und Ressourcen sind endlich;
- nichts kann in diesem Kosmos entstehen, ohne daß etwas anderes (dadurch) untergeht;
 - nichts kann aus sich selbst heraus entstehen, keine creatio ex nihilo;
 - nichts kann ersatzlos untergehen;
 - der Wandel aller Dinge ist ständige Transformation und Kompensation
 - die Summe der Gewinne und Verluste ist gleich Null;
 - des einen Gewinn ist des anderen Verlust;
 - es gibt keine Transaktionen, bei denen 'der Vorteil auf beiden Seiten' sein kann;

...

Ein solches Weltbild beherrscht das abendländische Denken weit über die 'kopernikanische Wende' hinaus" (Binswanger/Flotow 1994: 64).

offenes System: Ein System gilt als offen, wenn es mit der Umwelt Materie, Energie oder Information austauscht. s.a. [equilibrium/non-equilibrium](#)

Offenheit (von Systemen) bedeutet ein durch Wechselwirkung mit der Umgebung konstituiertes Möglichkeitsfeld, ob das nun atomare Teilchen, Moleküle, Lebensformen, Menschen, Gesellschaften oder den Kosmos insgesamt betrifft. (Günter Altner in Altner 1986:8)

Anm. Der Ausdruck 'Offenheit' in der Theorie der Selbstorganisation ist stiftet Verwirrung. Selbstorganisierende Systeme sind nur insofern offen, als sie nicht hermetisch gegen die Außenwelt verschlossen sind. Ihre Offenheit gegenüber der Umwelt ist jedoch eine sehr partielle und streng durch die Systembedürfnisse kontrolliert (S. [open system](#)).

Lovelock spricht von *bounded*, Luhmann von *Abschluß* im Zusammenhang mit offenen Systemen

Öko-Bilanz Soll Produktions-Input und -output zusammenfassend ökologisch bewerten

ökologische Fußabdruck Der ö. F. misst die gesamte produktive Land- und Wasserfläche, die zur nachhaltigen Aufrechterhaltung des Konsumniveaus eines Landes bzw. der Weltbevölkerung nötig ist. Dabei inkludiert sie auch jene hypothetischen Fläche, die notwendig wäre, um das aus fossilenergieverbrennung stammende CO₂ zu verbrennen (Smetschka 2004).

Ökologische Nische: die Gesamtheit der ökologischen Merkmale einer Art: Habitat, Ernährung, Reproduktionsorte, Widerstand gegen Umweltfaktoren, Beziehungen mit konkurrierenden oder feindlichen Arten, mit einem Wort alle ihre Lebensbedingungen (Passet 1996:16).

Ökologische Stabilität ist das Bestehenbleiben eines ökologischen Systems und die Fähigkeit, nach Veränderungen in die Ausgangslage zurückzukehren" (Gigon 1984-14 nach Breckling 1993).

ontogeny the history of the structural transformation of a unity (Maturana/Varela)

Open systems are open in a very specific sense. They should really more precisely be called 'not-completely-closed systems' because they are delimited against their environment by boundaries (typically membranes) which allow the passing of energy and matter into and out of the system in a strictly controlled regime. It could indeed be said that the precise make-up of this barrier is one of the most crucial features of any self-organizing system.



operational geschlossen "Solche

[selbstorganisierenden] Systeme sind also operational geschlossen, da sie zyklisch die Elemente, aus denen sie bestehen, aus eben diesen Elementen selbst erzeugen." (Paslack 1991:10).

organization The relations that define a system as a unity, and determine the dynamics of interaction and transformations which it may undergo as such a unity, constitute the organization of the system.

(Maturana/Varela)

Output Flows from a system that have (usually) been transformed in some way. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Overshoot is the inevitable and irreversible consequence of continued drawdown, when the use of resources in an ecosystem exceeds its carrying capacity and there is no way to recover or replace what was lost. It takes many forms, depending on the system, but perhaps the clearest and in some ways the most touching is exemplified by Easter Island. When it was first settled a thousand years ago, the island was a rich and forested land covered with palms and a small native tree called the sophora, and on its sixty-four square miles a prosperous and literate culture developed organizational and engineering skills that enabled it to erect the famous massive stone statues all along the coastline. For reasons lost in time, the population of the island over the years increased to something like 4,000 people, apparently necessitating a steady drawdown of vegetation that eventually deforested the entire island and exhausted its fertile soils. Somewhere along the line came overshoot, unstoppable and final, and then presumably conflict over scarce food acreage, and ultimately warfare and chaos. By the time of Captain Cook's voyage to the island in the 1775 there were barely 630 people left, eking out a marginal existence; a hundred years later, only 155 islanders remained.

(www.dieoff.org)

Overshoot is the inevitable and irreversible consequence of continued drawdown, when the use of resources in an ecosystem exceeds its carrying capacity and there is no way to recover or replace what was lost. It takes many forms, depending on the system, but perhaps the clearest and in some ways the most touching is exemplified by Easter Island. When it was first settled a thousand years ago, the island was a rich and forested land covered with palms and a small native tree called the sophora, and on its sixty-four square miles a prosperous and literate culture developed organizational and engineering skills that enabled it to erect the famous massive stone statues all along the coastline. For reasons lost in time, the population of the island over the years increased to something like 4,000 people, apparently necessitating a steady drawdown of vegetation that eventually deforested the entire island and exhausted its fertile soils. Somewhere along the line came overshoot, unstoppable and final, and then presumably conflict over scarce food acreage, and ultimately warfare and chaos. By the time of Captain Cook's voyage to the island in the 1775 there were barely 630 people left, eking out a marginal existence; a hundred years later, only 155 islanders remained.

(www.dieoff.org)

Overshoot To go beyond a target value. This can be caused by delays in feedback, or an inadequate feedback process, so that the system does not adequately regulate. This can also be a function of rate of system change, as, for example, feedback delays that do not matter at slow rates of change may matter at rapid rates of change. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Paradigm "A paradigm is a constellation of concepts, values, perceptions and practices shared by a community which forms a particular vision of reality which is the basis of the way the community organises itself." (Fritjof Capra)

Paradigm: a set of preconceived ideas and unquestioned premises, "a collection of procedures or ideas that instruct scientists, implicitly, what to believe and how to work" (Horgan 1996: 47). Introduced by Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, 1962

Parametrisation The incorporation of small-scale phenomena and feedback loops into a model by taking average values for a range of effects. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Phase space A system can be represented as a point in high dimensional space, termed phase space, whose axes are the control variables and the coordinates are their current value. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Phase transition A phase transition, in a physical sense, is a transition (see [thresholds](#)) associated with simultaneous interactions on all length scales as when water freezes. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

positive Rückkopplung s. [Rückkopplung](#), s.a. [equilibrium/non-equilibrium](#)

Precautionary principle: "The principle states that when any action is contemplated that could affect the environment, those who advocate the action should show that the risks are either negligible, or that they are decisively outweighed by the benefits". (WorldWatch March/April 2000)

Prigogine s. [Indeterminacy, uncertainty](#), s.a. [equilibrium/non-equilibrium](#)

Prisoner's Dilemma The Prisoner's Dilemma, invented in 1950 by Merrill Flood at RAND, is a game for two separately held prisoners who must independently decide whether to deny or confess to a crime. If both confess, each will be fined. If neither confesses, both go free. But if only one should confess, he is rewarded while the other is fined. Cooperation pays, but so does betrayal, if played right. What would you do? (Kelly 1994: 86).

Rekombinationen von Genen (durch geschlechtliche Fortpflanzung) beschleunigen die Evolution.

Rekursiv Von einem rekursiven System reden wir, wenn wir annehmen können, daß das Ganze und die Teile in einer wechselseitigen kausalen Beziehung stehen, d.h. daß den Teilen hinsichtlich des Ganzen eine konstitutive, dem Ganzen hinsichtlich der Teile gleichzeitig eine regulative Bedeutung zukommt (Steiner 1992).

Rekursives System: Von einem rekursiven System reden wir, wenn wir annehmen können, daß das Ganze und die Teile in einer wechselseitigen kausalen Beziehung stehen, d.h. daß den Teilen hinsichtlich des Ganzen eine konstitutive, dem Ganzen hinsichtlich der Teile gleichzeitig eine regulative Bedeutung zukommt (Steiner 1992).

Rekursivität bedeutet im mathematischen Sinn, daß eine Funktion auf sich selbst operiert (systemisch: daß der output eines Systems in dieses zurückgeführt wird) (Paslack 1991: 47)

Reproduktion: die Wiederherstellung der physischen Grundlagen für die regelmäßige Produktion und Konsumtion. Bezieht sich in der ursprünglichen Bedeutung (Karl Marx) auf das, was notwendig ist, um die Arbeitskraft, die in der Produktion verbraucht wurde, wiederherzustellen, also den menschlichen "Unterhalt" von Nahrung, Kleidung, Wohnung, in der heutigen Auffassung erweitert um die geistigen und seelischen Leistungen der Familie oder Lebensgemeinschaft, die für eine menschliche Existenz Voraussetzung sind.

Wenn man im Zusammenhang mit der Landwirtschaft von Reproduktionsarbeit spricht, ist damit, analog zu der ursprünglichen Bedeutung des Wortes, die Arbeit gemeint, die notwendig ist, um die Qualitäten eines Ökosystems wiederherzustellen, die ihm durch die landwirtschaftliche Tätigkeit (Roden, Jäten, Hacken, Pflügen, Ernten) entzogen oder beeinträchtigt wurden. Wenn man auf einem Gelände das Buschwerk oder den Wald abbrennt, die Wurzeln herausreißt, den Boden aufbricht, Mais einsät und schließlich den Mais erntet, hat man dem Boden nicht nur die chemischen Bestandteile entnommen, die in dem Mais und Maisstroh enthalten sind, sondern das bestehende komplexe Ökosystem Wald so drastisch verändert, daß der Boden durch Sonne, Regen und Wind laufend weiter geschädigt wird. Diese Verschlechterung kann nur aufgehalten werden, indem man dem Boden durch Mist, Kompost, Rotte, Steinmehl, Mineraldünger usw. die entzogenen Bestandteile laufend wieder zuführt und ihn durch bodendeckende Bepflanzung vor den auslaugenden Wirkungen von Sonne, Wind und Regen schützt.

Reproduktion ist deshalb ein so wichtiger Begriff, weil die industrielle Produktion einschließlich der industriellen Landwirtschaft die reproduktiven Tätigkeiten und Prozesse sträflich vernachlässigt, ja in vielen Fällen schlichtweg ignoriert. (LM)

Resilienz: Bedeutet Stabilität, daß ein Ökosystem in der Lage ist, sein Gleichgewicht oder eine bestimmte Dynamik aufrechtzuerhalten, so bezieht sich 'resilience' auf die Fähigkeit eines Systems, angesichts starker Umweltturbulenzen mit internen Strukturänderungen antworten bzw. in einen anderen Gleichgewichtszustand überwechseln zu können. 'Elastizität' ermöglicht dem System also diskontinuierliche Übergänge ('jumps') in neue Ordnungsregimes. (Pasilack 1991: 11, Klassische Definition bei Holling 1973)

Resources Accessible sources and available means which can be utilised by a system. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Response s. [stimulus](#)

Risiko "Das Risiko R wird definiert als Produkt von absoluter Größe des Schadensereignisses S multipliziert mit seiner Eintrittswahrscheinlichkeit w. Der Ausdruck $R = S \times w$ läßt sich reduzieren durch entsprechende Reduktion eines oder beider Faktoren S und w" (Minsch 1993).

Rückkopplung: Negative Rückkopplung oder Negativer Regelkreis: dient dazu, eine bestimmte Eigenschaft eines Systems gegen äußere Einflüsse stabil zu halten. Beispiel: der Thermostat einer Heizung. Die angestrebte Zimmertemperatur von beispielsweise 18 Grad bezeichnet man als Sollwert. Wenn ein Temperaturfühler eine geringere Temperatur registriert, wird der Brenner eingeschaltet, die Temperatur steigt. Sobald der Fühler eine z.B. um

ein Grad höhere Temperatur feststellt, wird der Brenner abgestellt, die Temperatur im Zimmer sinkt langsam wieder ab.

Eine positive Rückkopplung entsteht, wenn das Wachstum (bzw. das Schrumpfen) einer Grundgröße zum Wachstum (bzw. zum Schrumpfen) einer zweiten Größe führt, die jetzt ihrerseits die Grundgröße im gleichen Sinn beeinflusst. Ein Beispiel wäre ein kleiner Riß in einem Damm, durch den Wasser sickert. Je mehr Erde das Wasser mitnimmt, desto größer wird die Leckstelle, desto mehr Wasser strömt durch die Öffnung, desto mehr Erde wird mitgerissen, und so weiter.

Selbstorganisierende Systeme in der Natur werden durch ein Netzwerk von positiven und negativen Rückkopplungsschleifen geregelt: die positiven Rückkopplungsschleifen haben eine antreibende Wirkung und verursachen Wachstum, Ausbreitung, Beschleunigung, die negativen Rückkopplungsschleifen begrenzen Wachstum und Beschleunigung und verhindern damit Katastrophen.

Rückkopplung: negative Rückkopplung: "Aufrechterhaltung und Rückführung eines gestörten Systems in den stabilen Zustand, 'unter Kontrolle haben' (deviation-counteracting)" (Probst 1986: 19)

positive Rückkopplung: Abweichungen verstärkende, aufschaukelnde Rückkopplungsprozesse ('deviation-amplifying-processes')" (Probst 1986: 19) (Maruyama). Def.: Ein Effekt wird zurückgespeist in den Ausgangsknoten (Grundlage von Selbstregulation und Selbstorganisation: Kybernetik)

run-away s. indeterminacy, uncertainty

s.a. Gleichgewicht

Sambo-These (Sklaverei) eine völlige Neuinterpretation der Sklavenpersönlichkeit durch Stanley M. Elkins (Slavery: A Problem in American Institutional and Intellectual Life, Chicago 1959). 'Die Sklaverei vor dem Bürgerkrieg, so führte er aus, war eine derartig brutale, "in sich geschlossene" Institution, daß sie ihre Opfer in fügsame, infantile "Sambos" verwandelte. Herausgerissen aus ihrer afrikanischen Heimat, ihrer ursprünglichen Kultur beraubt, in eine fremde Gesellschaft versetzt, für die sie kaum mehr als Tiere waren, ohne eigenes kulturelles Leben von Bedeutung, identifizierten sich die Sklaven der Südstaaten mit dem einzigen "wichtigen Gegenüber", das sie hatten - ihren Herren. Weil Autorität und Einfluß der Besitzer die Sklaven vollkommen beherrschte, "mußte sich der einzelne Sklave im Interesse seiner eigenen psychischen Stabilität von seinem Besitzer das Bild eines 'guten Vaters' machen". Die südstaatliche Sklaverei schuf sich so eine abhängige Bevölkerung depersonalisierter "Sambos" (Kolchin 1990:161).

Scenario An outline of what outcome to expect, given certain assumptions about starting conditions and system behaviour. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

second law of thermodynamics s. Entropy

Selbstorganisation tritt ein, wenn ein Ensemble fern vom thermodynamischen Gleichgewicht sich in geeigneter Form dergestalt von seiner Umgebung abschließt, daß diese Abschließung die Entfernung vom Gleichgewicht dynamisch stabilisiert. (s.a. offene/geschlossene Systeme) (LM) (s.a. Window for Life)

Selbstorganisation: Darwins Selektionsprinzip liegt jeder Selbstorganisation dynamischer Strukturen zugrunde, seien diese belebt oder unbelebt.

Self-organisation: "... self-organisation is the spontaneous emergence of new structures and and new forms of behavior in [open systems](#) far from equilibrium, characterized by internal feedback loops and described mathematically by non-linear equations" (Capra 1996: 71).

... The term self-organisation was given a sound scientific grounding by Ilya Prigogine in the 1940s. Prigogine's self-organising systems clearly defined by the fact that they are dissipating or dissipative. This term refers to the fact that they are capable of dissipating, or exporting entropy. By doing so, they manage to swim up the thermodynamic current which, as we know, is always running down.

...Self-organising systems, therefore, cannot be closed systems. If they were closed, they could neither import energy nor export entropy, and therefore, under the second law of thermodynamics, their entropy could only increase or remain stable. They cannot be completely open systems, either - because in that case, any difference in temperature or concentration of matter as compared to their environment would be evened out. They must be systems of a type which is bounded against its environment - it must have some sort of an enclosure, which will allow exchanges with the environment in a controlled fashion.

...In systems of this kind positive feedback mechanisms find an environment in which they can operate undisturbed (in a completely open situation, any concentration of compounds, any gradient, any difference in temperature would be dispelled as entropy was taking its toll so that no positive feedback loops could get going).

...It is these positive feedback loops which are at the basis of self-organisation. By feeding on the negative entropy (like free energy or differences in concentration of chemical elements) which the system makes available by being open in just the right way, they create and maintain the conditions which will allow the system to continue to dissipate entropy and thus keep its distance from equilibrium.

...Positive feedback, however, has a dangerous habit of getting out of control. Whenever this happens in a self-organising system, its regular oscillations which reflect the workings of negative feedback will amplify beyond the narrow band which can be tolerated by the system as a whole, and the system will go into fluctuation or, if a certain threshold is exceeded, crash.

Self-organisation: the spontaneous emergence of order (Capra 1996: 70)

Sensitive to initial conditions The size of the effect is not proportional to the size of the cause (Kelly 1994: 23)

Sink A destination for a system flow. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Source A point of origin for a system flow. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Stability The ability of a system to resist perturbation. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

State cycle A systems complete range of possible combinations. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

State The state of a system is a complete description of every important aspect of the system at some time. In an unchanging system, the system

state is unchanging, whereas in a dynamic system the state constantly changes as the system changes. In modelling systems we typically use equations which describe how one system state gives rise to another, and thus how the system changes over time. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Stimulus ... what is to count as a stimulus is an interference which affects the system's operation in some way, being neither so mild as to be insignificant to the operation nor so drastic as to destroy the system itself. What is to count as a response is some change in the system which makes sense only in terms of the stimulus offered. If the system changes arbitrarily when we happen to offer what we think is a stimulus, then perhaps it would have changed anyway. ... we accept evidence [that we are dealing with a stimulus] when we judge that the observed action of the system is not haphazard. And that judgement depends either on the dramatic quality of the whole incident (which can be misleading) or on its highly reliable repetition (which is the scientific criterion)." (Beer 1981:26)

Stock A store or quantity of material, energy or information. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Structure The set of stocks, flows, loops and delays that define the interconnections of a system. A system's structure determines the range of its behavioural possibilities. Although structures themselves do adapt, the term is normally used to refer to those elements that are permanent or adjust relatively slowly or infrequently. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Subsistenz: "Subsistenzproduktion umfaßt im wesentlichen die Produktion für den Eigenbedarf bzw. für den unmittelbaren Konsum und ist von daher Gebrauchswertproduktion, kann aber auch im Rahmen monetärer Tauschakte stattfinden, wenn diese auf den Erhalt der Subsistenz gerichtet sind". (Bennholt-Thomsen 1994). Subsistenzproduktion ist notwendiger Bestandteil jeder gesellschaftlichen Produktion, sie ist im gewissen Sinn das Gegenteil von Warenproduktion, gleichzeitig jedoch ihr elementarster Bestandteil" (Müller 1998: 11).

Syntropie, negative Entropie, Negentropie s. [equilibrium/non-equilibrium](#)

Syntropie: Ein alternativer Ausdruck für negative Entropie, den der Physiker Hans-Peter Dürr vorgeschlagen hat, um die verwirrende negative Assoziation zu vermeiden, die mit den Begriffen negative Entropie und Negentropie verbunden ist. (Dazu kommt, dass der Begriff *negative Entropie* - ungeachtet der Tatsache, dass er von Erwin Schrödinger benutzt wurde - streng physikalisch eine unsinnige Bezeichnung ist). Er wird inzwischen als ein eher qualitativer Begriff benutzt, um den Abstand vom thermodynamischen Gleichgewicht zu beschreiben, und bezieht sich nicht nur auf freie Energie, sondern auch auf Konzentrationsgradienten oder unwahrscheinliche Gasmischungen wie zum Beispiel Methan und Sauerstoff in der Erdatmosphäre. Inseln der Syntropie sind nicht nur die Vorräte an fossilen Brennstoffen wie Kohle, Erdöl und Erdgas, die Rohstofflager, in denen Metalle in einer gänzlich entropiewidrigen Form konzentriert vorliegen, sondern vor allem auch die "Lebenserhaltungssysteme" wie die Atmosphäre und das Wetter, der Wasserhaushalt und die Erdkrume, die die Lebensgrundlagen auf der Erde unablässig "frischhalten" und erneuern. (LM) s.a.

[Syntropiegeneratoren](#)

Syntropie-Generatoren Der Begriff umfaßt generell die Lebenserhaltungssysteme, die die Reservoirs an [niedriger Entropie](#) schaffen, die den stetigen Fortgang der [Selbstorganisation](#)prozesse auf der Erde ermöglichen. Ein besonders hervorragendes Beispiel sind die Prozesse, die den Sauerstoffgehalt in der Atmosphäre bei 21 % halten, obwohl durch Oxidations- und Zersetzungsprozesse ständig gigantische Mengen dieses Gases verbraucht (d.h. gebunden) werden. Der Sauerstoffgehalt der Luft ist die Voraussetzung dafür, daß man überall auf der Erde, wenn man irgend ein brennbares Material hat, ein Feuer entzünden kann – eine der elementarsten Voraussetzungen der menschlichen Kultur. Er ist das chemische Potential, das es Vögeln ermöglicht, zu fliegen und Menschen, zu denken.

Der wichtigste sauerstoffproduzierende Prozeß in der Biosphäre ist der Vorgang, durch den ein kleiner Teil des Kohlenstoffs, der durch die Assimilation in Pflanzen und Algen gebunden wird, mit diesen Pflanzen auf den Meeresboden sinkt und dort im Sedimentgestein begraben wird (LM, nach Lovelock 1987).

syntropy: An alternative term for negative entropy or [negentropy](#) proposed by the German physicist Hans Peter Dürr. It has come to be used as a loose qualitative term to describe distance from thermodynamic equilibrium in that it does not just refer to free energy (vs. waste heat) but also to non-equilibrium concentration gradients or to improbable mixtures of gases such as methane and oxygen in the atmosphere. (LM)

System An interconnected set of elements, with coherent organisation. A system is characterised by hierarchical structure, emergent properties, communication, and control. Some systems can exhibit behaviour. A *subsystem* is a component system, a *supersystem* is a superordinate system. (Clayton/Radcliffe 1996: 27)

System: A system may be defined as an ensemble of objects (or ideas) linked together by some form of regular action or interdependence. This is what we have in mind when we think of natural systems such as the Solar System, the nervous system of the human body, or the Earth - or of human systems such as a transport system, or an economic system. The component parts of any of these real systems are numerous and the interactions between their component parts very complex [see *emergence*, [emergent properties](#)]. Biological systems are far more complex than physical ones such as galaxies, or particles, and waves. ... Scientists can never hope to analyse a complex system in full. Instead, they are obliged to begin by introducing simplifying assumptions, which enable them to represent a real system by an abstract [model](#).

...

We define an assemblage of entities as a system because those entities are observed as acting cohesively. Take some kind of routine activity as exemplifying the system's natural dynamics. That is, we often observe the assemblage of entities acting in this way. Then what happens if we interfere with something - poke a stick into the system, or shout at it, or change the temperature of its environment? If the system responds to this stimulus, we say that it is aware. Note that we do not have to say: aware of the stimulus, which implies an act of cognition about the world outside the system. All that

we know from our experiment is that the system is aware of a change wrought in itself. The distinction is important (Beer 1981:25).

Systems Theory see Attractor, Bifurcation, Bifurcation point, Behaviour, Chaos, Collapse, Communication, Connectivity, Control, Criticality, Delay, Dissipation, Equilibrium, Emergence, Entropy, Environment, Ergodicity, Erosion, Exponential growth, far-from-equilibrium, Feedback loop, Flow, Hierarchy, Hyper-region, Information, Input, Linearity, Model, Multi-factoriality, Non-linearity, output, Overshoot, Parametrisation, Phase space, Phase transition, Resources, Self-organisation, Sink, Source, Stability, State, State cycle, Stock, Structure, System, Thresholds, Throughput, Transition

teleological s. [Homeotely](#)

teleonomy the element of apparent purpose or possession of a project in the organization of living systems, without implying any vitalistic connotations. Frequently considered as a necessary if not sufficient definitory feature of the living organization (Maturana/Varela)

thermodynamics, first law s. [Entropy](#)

thermodynamics, second law s. [Entropy](#)

thermodynamisches Gleichgewicht s. [equilibrium/non-equilibrium](#)

Thresholds Thresholds are points at which there is a qualitative change in the behaviour of an element of a system or the system itself. Threshold effects can appear for a number of reasons. For example, they can appear as a function of several independent constraints, where one constraint is inoperative within the bounds of the other constraint but operative outside those bounds. Thresholds also appear in chaotic systems, where systems have zones of stable behaviour and zones of unstable behaviour. Catastrophe theory, which is the theory of sudden as opposed to continuous change, is sometimes used to describe what happens when systems collapse or radically transform at particular points. (Clayton/Radcliffe 1996: 27)

Throughput The flow of energy, materials, or information from sources, via processing by the system, to the system sinks. (Clayton/Radcliffe 1996: 26)

Tragfähigkeit s. *Carrying capacity*

Transition A transition is a qualitative change in behaviour at certain critical values of control variables (see [Criticality](#))

Uncertainty principle (Werner Heisenberg) It is impossible to measure at the same time, with infinite accuracy, the position and momentum of a particle.

Weissmann's barrier: a block that forbids information from flowing back to the hereditary material in the germ cells from the soma. Strictly a one-way street (Goodwin 1997: 26)

Williams-These (Sklaverei) E. Williams (1944) argumentiert, daß die Sklaverei entscheidend zur europäischen Industrialisierung beigetragen hat. "Nach Williams waren die Gewinne aus dem Sklavenhandel so astronomisch, daß sie eine entscheidende Quelle zur Finanzierung des Aufstiegs der englischen Industrie darstellten. In dieser originellen und immer noch signifikanten These stellt Williams zwischen dem Sklavenhandel, der Sklaverei in Amerika und der Industrialisierung Englands eine kausale Verknüpfung her." hkni145

Window for Life [see *Gaia*] The constraints within which a living cell can survive include factors such as temperature, humidity, acidity (pH), salinity, ionic strength [xxfind], and redox potential.

Organisms require a narrow range of conditions for these factors - temperatures from 00 C to 500 C, pH from 3 to 9, and ionic strength from 0.1 to 0.9. The ability of a cell to tolerate fluctuations in its environment depends upon the ability of its membranes to withstand disruption, and the forces that hold a cell membrane together are only weak. ... Remarkably, however, conditions in the Earth's environment do generally meet the narrow constraints for cell survival. This fact is the strongest evidence for Gaia, the system of life and its environment." (James Lovelock)

Zivilisation: "Staatliche Gebilde sind demnach eine Vorbedingung für das soziale, kulturelle und institutionelle Ganze, das wir gewöhnlich Zivilisation nennen." (Crone 1992: 4)