

# Zufall oder intelligenter Plan?

**Selbstorganisation erweist sich sowohl in der Gesellschaft als auch in der Biologie als innere Kraft, die auf eine Steuerung von oben nicht unbedingt angewiesen ist.**

Eine Notiz aus dem Panorama unserer letzten Ausgabe erhielt nachträglich „brennende“ Aktualität: *Wenn sich Blogger organisieren ... treten sie aus ihrer virtuellen Welt heraus ... Es entsteht ein kollektives Wesen mit eigenen Zielen und Taktiken.* Genau so gingen kürzlich in französischen Vorstädten sozial frustrierte Jugendliche vor: Sie koordinierten gewalttätige Blitzaktionen (Flashmobs) spontan im Internet und stellten so die Macht der Selbstorganisation augenfällig unter Beweis: Die „von oben“ organisierte Polizei war gegen diese Organisation „von innen“ vielfach machtlos.

Andererseits lehnt eine zunehmende Zahl junger Menschen aus ähnlicher Frustration heraus genau diese Macht der Selbstorganisation als Lebensprinzip ab. Darwinismus und Demokratie sind für sie Feindbilder - was sie fordern, ist ein Gottesstaat, der ihrer Orientierungslosigkeit Halt gibt. Ihr Widerstand richtet sich u.a. gegen eine Gesellschaft, die vorgibt, alles naturwissenschaftlich rational erklären zu können, ohne diesem Anspruch gerecht zu werden. Solange die Erkenntnislücke nicht geschlossen ist, wird der Trend zu spirituellen Erklärungen der Weltordnung anhalten – vermutlich kommt es sogar zur Gründung neuer Religionen, die heutige naturwissenschaftliche Erkenntnisse mit Spiritualismus vermischen.

## Intelligent Design

Genau in diese Richtung zielt eine Bewegung aus den USA, die bereits 100 Millionen Anhänger hat: Sie behauptet, das Leben sei zu komplex, als dass man es durch die Evolutionstheorie erklären könne, und postuliert einen intelligenten Schöpfungsplan (engl. *intelligent design*, ID). Ihr naturwissenschaftliches Aushängeschild ist der Biochemiker Michael J. Behe von der Lehigh-Universität in Pennsylvania. Was er vorbringt, sind aber keine biochemischen Erkenntnisse, sondern Überlegungen des Theologen William Samuel Paley (1743-1805)

Behe führte 1996 in seinem Buch *Darwin's Black Box* den Begriff der „nicht reduzierbaren Komplexität“ für Systeme ein, deren Vorstufen nicht funktionieren

und daher keinen Selektionsvorteil haben. Diese Idee stammt allerdings nicht von Behe, sondern interessanterweise von Darwin selbst. In seiner Schrift über die Entstehung der Arten steht die Anmerkung: *Ließe sich irgend ein zusammengesetztes Organ nachweisen, dessen Vollendung nicht möglicherweise durch zahlreiche kleine aufeinander folgende Modifikationen hätte erfolgen können, so müsste meine Theorie zusammenbrechen.*

Im Lichte der modernen Systemforschung ist diese Argumentation aber nicht mehr haltbar: Wir wissen, dass durch Interaktionen in komplexen Systemen immer wieder neue Eigenschaften entstehen, die aus den Vorläufern nicht erklärbar sind (sog. Emergenzphänomene). Deshalb ist die „irreduzierbare Komplexität“ kein Argument gegen Darwins Evolutionslehre, sondern nur ein Argument für die Notwendigkeit neuer systemtheoretischer Denkansätze.

## Neodarwinismus

Am 1. Juli 1858 präsentierte Charles Darwin gemeinsam mit dem heute in Vergessenheit geratenen Alfred Russel Wallace erstmals seine Theorie, nach der die Arten durch einen fortschreitenden Prozess erblicher Zufallsveränderungen und natürlicher Auslese entstehen. Das Bemerkenswerteste an dieser heute noch gültigen Hypothese ist, dass ihre biochemischen Grundlagen erst 100 Jahre später entdeckt wurden.

Als Neodarwinismus oder synthetische Evolutionstheorie bezeichnet man die Vereinigung von Darwins Phänomenologie mit den Erkenntnissen der Molekulargenetik. Danach wird der Phänotyp einer Art durch zufällige Mutationen von Genen bestimmt. In den letzten Jahren musste dieser Ansatz modifiziert und erweitert werden: Der Mensch als Krone der Schöpfung besitzt nämlich ganz ähnliche Gene wie Affe, Maus und Fadenwurm.

Mindestens ebenso wichtig wie die kodierenden Bereiche des Genoms, also die eigentlichen Gene, sind offenbar die sehr variablen, nichtkodierenden Abschnitte der DNA, die 97% des Genoms ausmachen und bis vor kurzem als genetischer Schrott von der Wissenschaft missachtet wurden. Hinter ihnen verbirgt sich ein hochkomplexer Regulationsapparat.

Diese DNA-Abschnitte dienen teils als Bindungsstellen für Transkriptions-

faktoren, teils werden sie in RNA-Spezies übersetzt, die mit Proteinen und anderen Nukleinsäuren interferieren. Interessant sind vor allem die hemmenden small interfering RNAs, die nach dem Zufallsprinzip durch das Enzym Dicer (Würfler) entstehen – Darwin hätte seine helle Freude an ihnen gehabt.

Was dabei herauskommt, ist eine Flut von Substanzen, die sich gegenseitig aktivieren und blockieren, zerstören und stabilisieren, so wie wir dies auch von den Individuen sozialer Gesellschaften kennen. Das Resultat ist keineswegs Chaos, sondern Selbstorganisation: Die Wechselwirkungen balancieren sich so aus, dass geordnete Verhaltensweisen der Zellen, Organe und Organismen entstehen. Hier vermutet man heute die molekularen Mechanismen der Evolution, also die Gründe dafür, dass der eine schneller, stärker oder intelligenter als der andere ist.

Kommen wir noch einmal zurück zur Selbstorganisation der Blogger: Sozialforscher erwarten, dass sich durch das Internet im neuen Jahrtausend „kollektive Wesen“ formen, die dem traditionellen Einzelmenschen eines Tages überlegen sein könnten. Vielleicht markieren Flashmobs bereits den Eintritt in diese nächste Stufe der Evolution. ■

gh



**Voß und Rieder:** *Der arbeitende Kunde*  
ISBN 3-593-37890-6  
Campus Verlag Frankfurt, 2005

# Die Schönheit der Fraktale

**Selbstähnliche Strukturen finden sich in der Natur vom sichtbaren bis hinunter in den molekularen Bereich. Mathematiker suchen nach Formeln, um dieses geniale Prinzip zu verstehen und daraus Nutzen zu ziehen.**

1975 beschrieb der französische Mathematiker Benoit Mandelbrot die „Selbstähnlichkeit“ in seinem Buch *Die fraktale Geometrie der Natur* als Bauprinzip natürlicher Formen. Fraktale entstehen immer dann, wenn sich größere Gebilde aus weitgehend ähnlichen Elementen wie z.B. Kristallen oder Zellen entwickeln. Ob Fels oder Baum - man erkennt die äußeren Umrisse auch in den Teilstrukturen wieder.

Ein aus der Nähe fotografiertes Kristall kann einem Berg täuschend ähnlich sehen; dieses Phänomen bezeichnet man als Skaleninvarianz, da sich auf einer Millimeter-Skala die gleichen Strukturen wie auf einer Meterskala finden. Fraktalforscher suchen nach Formeln, um diesen Konstruktionsprinzipien der Natur auf den Grund zu kommen. Eine ihrer Erkenntnisse besteht darin, dass Fraktale nur dann natürlich aussehen, wenn man in die Computergebilde eine gehörige Portion Zufall einfließen lässt.

Ein weiteres evolutionäres Prinzip, das Mathematiker und Informatiker fasziniert,

*Links das Original des portalvenösen Systems (rot) mit den Lebervenen (blau), ausgehend von einem Korrosionspräparat einer menschlichen Leber, rechts das Ergebnis einer Computersimulation nach dem Prinzip eines statistischen Fraktals.*



Quelle: Dr. Horst K. Hahn, Bremen  
[www.mevis.de](http://www.mevis.de)

ist die Paarbildung. Auch sie zieht sich über mehrere „Skalen“ durch alle höheren Lebewesen. Es beginnt auf molekularer Ebene mit der DNA-Doppelhelix, setzt sich auf dem Niveau der Zelle mit Chromosomen- und Wachstumsrezeptor-Paaren fort und reicht bis zur geschlechtlichen Fortpflanzung höherer Organismen sowie der stabilisierenden Wirkung von Paarbeziehungen in der Gesellschaft.

Auf den ersten Blick erscheint der Zwang zur Paarung ein Hindernis für die Ausbreitung einer Art, aber die Vorteile für die Konstanz und Verbesserung des Erbguts wiegen diesen scheinbaren Nachteil auf: Passen z.B. die Basen der DNA-Doppelhelix nicht zusammen oder sind die Körperhälften eines Sexualpartners nicht symmetrisch, so ist dies ein „genetisches

Warnsignal“, ergänzen sich dagegen zwei Genome erfolgreicher Individuen ideal, so verbessern sich die Erfolgchancen der Nachkommen.

## Mathematik der Evolution

Carl Friedrich Gauß wies in seinem zentralen Grenzwertsatz der Statistik schon vor 250 Jahren nach, dass die Mittelwerte von zufälligen Würfelpaaren keine Gleichverteilung aufweisen, sondern sich mit steigender Zahl der Würfe einer Normalverteilung nähern. Dieses Prinzip nützt die Natur bei der geschlechtlichen Fortpflanzung: Sie verringert das Risiko genetischer Ausreißer.

Prof. John Holland von der University of Michigan „kreuzte“ vor etwa 15 Jahren den Code von je zwei Computerprogrammen nach Zufallsprinzipien der Reifeteilung, und erzielte mit diesen „genetischen Algorithmen“ erstaunliche Resultate bei Optimierungsaufgaben.

Im Internet gibt es berühmte Computerprogramme zur Simulation von Lebensprozessen. *Game of Life* von Conway ([www.bitstorm.org/gameoflife/standalone](http://www.bitstorm.org/gameoflife/standalone)) zeigt z.B. das Wachsen und Sterben von Zellen, *Sugarscape* von Epstein und Axtel ([backspaces.net/Models/sugarscape.html](http://backspaces.net/Models/sugarscape.html)) modelliert soziale Verhaltensweisen im Wettstreit um Ressourcen. Beide Programme zeigen, dass sich aus zufälligen Anfangskonstellationen von selbst stabile Gleichgewichtszustände entwickeln.

Bei aller Begeisterung für die Schönheit und Nützlichkeit von Fraktalen und Simulationsmodellen müssen wir uns aber immer vor Augen halten: Die Natur dient den Forschern als Vorlage für ihre Formeln, nicht umgekehrt. Die Entdeckung einer „Weltformel“ bleibt somit weiterhin ein Traum. ■

gh, akh

## Der arbeitende Patient

Eine besondere Form der Selbstorganisation beschreiben zwei Wissenschaftler aus Chemnitz und Solothurn in ihrem soeben erschienenen Buch „Der arbeitende Kunde“. Der Soziologe Prof. G. Günter Voß und die Psychologin Dr. Kerstin Rieder stellen den Konsumenten als unbezahlten Mitarbeiter vor: Bei vielen Unternehmen, vor allem im Dienstleistungsbereich, gehört es nach ihrer Aussage zum Vertriebskonzept, dass personalaufwändige Funktionen auf die Kunden ausgelagert werden, um Kosten zu sparen. Statt zu dienen wird selbstbedient. Das System funktioniert erstaunlich gut. Wer kennt nicht den gut informierten und hoch motivierten Baumarktkunden, der andere „Selbstbedienteste“ in die Geheimnisse des Systems einweist? Fast unbemerkt hält das Prinzip auch in der Medizin in Form der Selbsthilfegruppen oder der Blutzucker-Selbsttestung Einzug. Vorläufig geschieht alles noch unter eher ethischen Gesichtspunkten wie Patienten-

souveränität und Eigenverantwortung. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass die Personalresource Patient im Rahmen von DRGs und DMPs bald systematischer genutzt wird, um Verweildauern zu verkürzen und medizinisches Personal einzusparen. Letztlich gehen so Steuereinnahmen verloren, die für den Erhalt meritotischer Güter wie der Volksgesundheit benötigt werden. Im Nachwort des Buches machen sich Voß und Rieder Gedanken über die langfristigen Konsequenzen der Verlagerung von Erwerbsarbeit auf Kunden bzw. Patienten. Auf den ersten Blick profitieren Arzt und Patient von der neuen Selbstverantwortung, doch wer schützt den Patienten bei Gesundheitsschäden durch unsachgemäße Handhabung von Home-Testing-Geräten, wer vertritt seine Rechte, wenn die Krankenkasse den Eintritt in eine Selbsthilfegruppe zur Pflicht macht? Es lohnt sich, die Selbstbedienungsmedizin auch einmal aus dem sozioökonomischen Blickwinkel des arbeitenden Kunden zu betrachten.