



S. BORGIUS / PLUS 49 / VISUM

Gemüsegeschäft in Berlin, Traktor (1920), Eiskristall
Suche nach dem geheimen Plan hinter der Dynamik der Dinge



CORBIS / PICTURE PRESS



J. C. REWY / AGENTUR FOCUS

K O M P L E X I T Ä T

GERTRUDE — GERETTET!

Was haben das Gehirn, ein Börsencrash und die Renaissance gemeinsam? Antwort: Sie sind komplex. Vielleicht folgen sie alle denselben Regeln. Eine neue Wissenschaftsdisziplin, die Complexity-Forschung, ist dem kompliziertesten aller Systeme, dem Leben, auf der Spur.

Gertrude gilt als das hässlichste Eichhörnchen der Welt: Hautlappen spannen sich von ihren Vorderfüßen zu den Hinterläufen – eine genetische Missbildung. Kein Eichhörnchen spielt mit ihr, keiner will sie, und deswegen hasst sie sich und die Welt. Bis zu jenem dramatischen Freitagnachmittag vor 64 Millionen Jahren, an dem Berta, die Eule, Gertrude verspeisen will.

So beginnt Stuart Kauffmans Lieblingsmärchen. Der 60-jährige Forscher aus Santa Fe (New Mexico) hat es selbst erfunden. Es hört sich an wie eine Gutenachtgeschichte für die Kleinen, aber wie es sich für Fabeln gehört, steckt tieferer Sinn darin. Vor allem, wenn der Autor ein zertifiziertes Genie ist – er hat den MacArthur Genius Award gewonnen, der in den USA als die dem Nobelpreis nächste Wissenschaftlerauszeichnung gilt.

Kauffman spreizt die Finger zu Eulenklaunen, schlägt mit den Armen; es fehlt nicht viel, und er würde durch sein Büro

rudern, um Bertas Sturzangriff auf das arme Eichhörnchen überzeugend zu demonstrieren.

„Gertrude springt, von Panik getrieben, von dem Ast, auf dem sie saß. Ins Leere!“, ruft der Forscher und weitet seine Augen, als sähe er selber den Abgrund näher rasen. „Doch da, o Wunder, entfalten sich beim Sturz die hässlichen Hautlappen und tragen Gertrude elegant durch die Lüfte.“ Gerettet! Was als Missbildung erschien, hat sich plötzlich als Überlebensvorteil erwiesen. Am Ende entsteht daraus eine neue Unterfamilie: Gleithörnchen. Happy End.

Die Moral von Kauffmans Märchen: Die Natur strotzt vor Phantasie. Mannigfaltig sind ihre Wege. Aus dem Nichts vermag sie Neues zu erschaffen.

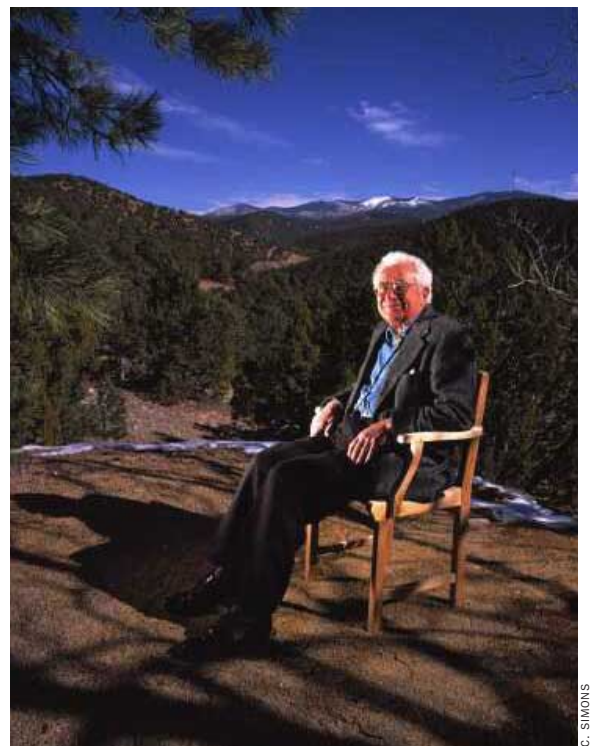
Außerdem erzählt Kauffman die Fabel, weil er findet, dass Menschen vom Lebendigen beinahe alles lernen können. „Diese unfassbare Kreativität der Natur erfüllt mich immer wieder mit schierer Ehrfurcht“, sagt der Wissenschaftler. Die For-

schungsdisziplin, die er mit anderen ins Leben gerufen hat, ist vielleicht die einzige, die solch ein sakrales Staunen vor dem Untersuchungsgegenstand erlaubt: Es ist die Wissenschaft von der Komplexität. Zwar gründet sie auf seriöser Physik und harter Mathematik, aber in der Deutung ihrer Ergebnisse kurvt sie dicht an der Esoterik vorbei.

In einer eigens dieser Forschungsrichtung gewidmeten Denkfabrik, dem Santa Fe Institute, treffen sich seit dessen Gründung 1984 die Complexity-Forscher – Physiker und Biologen, Ökonomen, Chemiker, Philosophen und Politologen. In und zwischen ihren jeweiligen Disziplinen suchen sie nach nichts Geringerem als dem gemeinsamen Nenner alles Lebendigen. Den geheimen Plan hinter der Dynamik der Dinge wollen sie finden, um die Welt besser verstehen und vielleicht, irgendwann einmal, Ereignisse vorhersagen zu können – ein Menschheitstraum. Gegossen in eine Wissenschaft, die von allem handelt.



Gleithörnchen: Missbildung als Vorteil



Physiker Gell-Mann: Formel gegen Umweltzerstörung?

Die Hauptbeschäftigung der Forscher aus Santa Fe ist Denken. Denn Complexity ist vor allem Theorie, die Theorie der „komplexen adaptiven Systeme“, kurz „CAS“ genannt. Die menschliche Immunabwehr ist solch ein komplex-anpassungsfähiges System ebenso wie der Aufstieg der Medici in Florenz, die Lebensmittelversorgung aller 3,5 Millionen Einwohner Berlins oder eine Clique von Freunden, die gemeinsam in den Skiurlaub fahren.

Die Idee: Alle komplexen Systeme und Organisationen auf der Welt folgen ähnlichen Gesetzen. Betrachtet man sie nämlich als Ganzes, teilen sie einige grundlegende Eigenschaften. Überall treten viele Einzelteile auf verschiedenen Ebenen miteinander in Wechselwirkung, seien es die Zellen des Gehirns oder die Mitglieder eines Basketballteams. Jede Aktion eines einzelnen Teils kann in Bruchteilen von Sekunden die gesamte Organisation revolutionieren.

Vor allem organisieren komplexe Systeme sich selbst. Spontan bilden sie Reaktionsmuster, so unvermeidbar, wie Wassertropfen sich bei Frost wie durch Zauberhand zu sternförmigen Kristallen ordnen. Wird das CAS gestört, fällt es ins Chaos – und strebt alsdann zu neuer Ordnung, so wie Börsen nach Crashes oder Länder nach Kriegen sich wieder zusammenrappeln.

Wer diese gemeinsamen Gesetze fände, die alle bisher so

unüberschaubar erscheinenden Organisationen regieren, hätte eine Art Weltformel in der Hand. Er könnte wahrscheinlich die Reifenproduktion bei Firestone ebenso optimieren wie die Stimmenauszählung für die Wahl des US-Präsidenten, er könnte Erdbeben ebenso erklären wie das durchaus komplexe Phänomen der Liebe auf den ersten Blick.

Der Physik-Nobelpreisträger Murray Gell-Mann vom Santa Fe Institute glaubt etwa, mit Hilfe der Erkenntnisse aus der Komplexitätsforschung die Umweltzerstörung aufhalten und nachhaltige Ressourcenwirtschaft durchsetzen zu können. „Aber dazu müssen wir endlich verstehen,

dass dieses Ganze eben nicht die Summe seiner Teile ist.“ Dieser Satz ist die Essenz der Complexity-Lehre. Weil die komplexesten und gleichzeitig am feinsten geordneten Systeme in der Natur zu finden sind, erscheint es sinnvoll, deren Regeln zu studieren, um menschengemachte Organisationen verstehen zu lernen. Anders gesagt: Es lohnt sich, über Gertrude und Berta nachzudenken.

Die Entstehung einer neuen Art lässt sich dann zum Beispiel mit der Erfindung des Traktors vergleichen. Auch da, erklärt Kauffman, habe eine Art Missbildung – das enorme Gewicht des kräftigen Motors – sich am Ende als praktisch erwiesen: „Nachdem eine Chassis-Konstruktion

nach der anderen unter dem schweren Block zusammengebrochen war, kam man auf die Idee, den Motor selbst als Chassis zu nehmen“, erklärt der Forscher. „Das erwies sich als nützlich, also überlebte das Konzept Traktor.“ So wie Gertrude Kauffman vermutet, dass dies eines der gesuchten Regelwerke für alle komplexen Systeme sein könnte.

Weil sich die Analogien aus der Evolution so schön übertragen lassen aufs menschengemachte Leben in Organisationen, reisen inzwischen Vertreter des amerikanischen Gesundheitsministeriums und Navy-Kommandanten zu Symposien in Santa Fe. Längst interessieren sich Investmentbanker, Risikokapitalfirmen und globale Konzerne wie Unilever, Boeing oder Motorola für die Ergebnisse der Komplexitätsforscher.

Entsprechend haben in den USA Evolutions-Metaphern die Geschäftswelt infiltriert. Das Buch „The Biology of Business“ verspricht Führungskräften, die „Naturgesetze der Unternehmen zu decodieren“. Die Autoren verstreuen darin Bio-Jargon, als handele es sich um Zitate berühmter Ökonomen: Vom „Manager als künstlicher DNA“ ist die Rede; ein Partner der Unternehmensberatung McKinsey berichtet von einem internen Modellversuch als dem „Genomprojekt“ seiner Firma.

Angesichts dieses Erfolges seiner Theorien in der Businesswelt ist auch Stuart Kauffman zum Unternehmer evolviert: Seine Firma Bios Group zählt Unternehmen wie Ford, die Technologiebörse Nasdaq und Procter&Gamble zu ihren Kun-

„Die unfassbare Kreativität der Natur erfüllt mich immer wieder mit schierer Ehrfurcht“

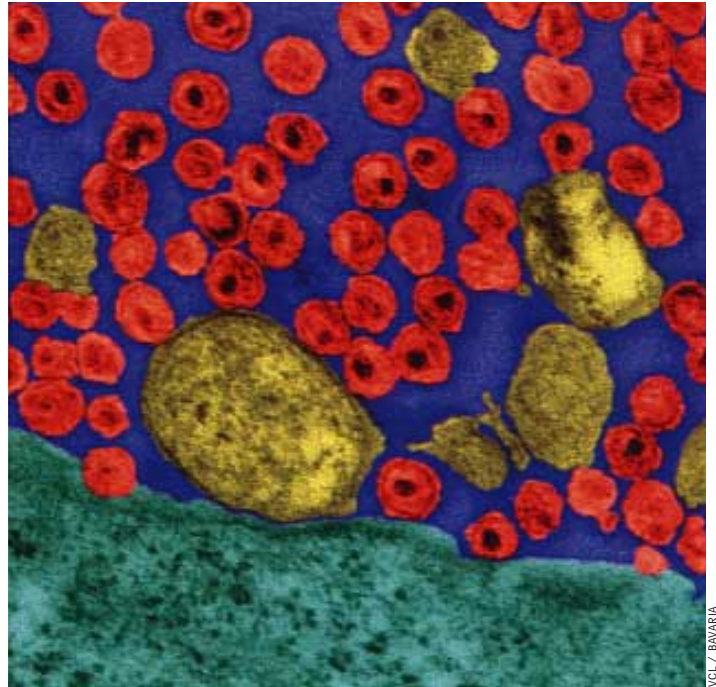


Forscher Kauffman

DIE WELT IM 21. JAHRHUNDERT



C. SIMONS



VCL / BAWARIA

Biologe Pepper, HI-Virus: Die menschliche Immunabwehr ist genauso komplex wie das Phänomen der Liebe auf den ersten Blick

den. Mit Hilfe ausgefeilter Computersimulationen versucht Bios beispielsweise, das komplexe Verhalten von Ford-Kunden zu ergründen. „Die Ökonomie ist eine Erweiterung der Biosphäre“, sagt Kauffman. Viele der Grundlagenforscher vom Santa Fe Institute stehen indes eher verwundert vor diesem Hype ihrer Theorien in der Geschäftswelt.

„Es braucht noch viel Arbeit, bis ich sagen würde, dass man unsere Wissenschaft wirklich als Anleitung benutzen kann“, meint auch John Holland, einer der Gurus unter den Complexity-Theoretikern, der bereits in den sechziger Jahren über adaptive Systeme gearbeitet hat. „Wir haben schon das Gefühl, dass wir am Anfang von etwas stehen, das vom Welthandel über Immunsysteme bis zum Verfall der Innenstädte alles Mögliche berühren wird“, sagt Holland, der mit seinem Opalälcheln, seinen rosigen Wangen und der abgeschabten Ledertasche aussieht wie ein Vertreter der seltenen Gattung Lieblings-Physiklehrer. „Irgendwann einmal wird unser Baby ein richtiger Erwachsener sein – vielleicht innerhalb der nächsten 20 Jahre?“

Noch bewegt sich die Komplexitätslehre auf der Ebene der Grundlagenforschung. John Pepper, Biologe am Santa Fe Institute, hat zum Beispiel eine virtuelle Welt im Computer modelliert, um herauszufinden, warum es sich für Organismen lohnt, uneigennütziges Verhalten zu entwickeln – ein verbreitetes Phänomen auch beim Homo sapiens. Der Rechner hilft Pepper, Evolution im Zeitraffer zu spielen.

Optisch gleicht sein Modell einem Computerspiel: Auf dem Bildschirm wandern rote und blaue Pünktchen umher und tilgen grüne Felder. Wenn sie genug gefressen haben, vermehren sie sich. Wie bei Militärmanövern sind die Blauen die Guten: Sie ernähren sich langsamer und geben den grünen Feldern Zeit, wieder nachzuwachsen. So haben auch ihre Nachkommen etwas davon. Die Roten dagegen machen alles platt, vermehren sich dafür aber wie wild.

Peppers Ergebnis: Wenn genügend Felder schön dicht beieinander stehen, lohnt sich der Egoismus. Nach wenigen Minuten wimmelt der Bildschirm vor roten Punkten; die blauen sind ausgestorben. Liegen die Felder dagegen weit auseinander, verschwinden die Roten ihre Energie, indem sie hungrig im selbst verschuldeten Kahlschlag umherirren. Die bescheidenen Blauen gewinnen – sie können sich ewig von einem einzigen grünen Fleck ernähren.

Mangelt es an leicht zugänglichen und schnell erneuerbaren Ressourcen, lohnt es sich also, nachhaltig zu wirtschaften – diese Botschaft überrascht kaum, entspricht sie doch beinahe jedermanns Erfahrung. Gleichzeitig erhöht der Wiedererkennungseffekt die Glaubwürdigkeit der Komplexitätsforscher – kein Wunder, dass Manager sich versucht fühlen, solche Erkenntnisse aus dem Santa Fe Institute auf ihre Geschäftswelt zu übertragen.

Das Problem dabei ist nur: Im Computer modellierte Evolution beweist nichts.

Denn auch John Pepper weiß nicht, wie genau die Algorithmen, die er eingegeben hat, der Wirklichkeit entsprechen. Oder wie der Wissenschaftskritiker John Horgan einmal bemerkte: Wenn Charles Darwin über einen Computer verfügt hätte, „könnte es sein, dass er eine ganze Menge über Computer, aber ziemlich wenig über die Natur herausgefunden hätte“.

Stuart Kauffman selber, so erfolgreich die praktische Anwendung seiner Computersimulationen für die Bios-Kunden auch sein mögen, ist inzwischen, beim Weiterdenken, an die Grenzen seiner Lehre gestoßen.

In seinem gerade in den USA erschienenen Buch „Investigations“ führt er vor, dass der alte Traum, die Möglichkeiten einer komplexen Welt vorhersagen zu können, sich wohl nie erfüllen wird.

„Wir haben gedacht, wir könnten Gesellschaft und Kultur unter die Macht der Wissenschaft zwingen“, sagt Kauffman. Er schüttelt schwer den Kopf, als versinke er in der Betrübnis sei-

ner jüngsten Erkenntnis. Oder spielt er Theater, als wisse er selbst nicht: Bin ich Weiser oder Narr? „Aber unsere Wissenschaft“, fährt Kauffman fort, „ist zu voll von Wissen und zu arm an Können.“ Der Kunst also, und der Intuition, gebe sie keinen Raum.

„Dabei brauchen wir“, so der Forscher und will wieder, wie bei der Gertrude-Geschichte, aus dem Sessel springen, „Newton und Shakespeare!“

RAFAELA VON BREDOW

„Unsere Wissenschaft ist zu voll an Wissen, aber zu arm an Können“