

Chaosforschung: Was vom Fraktal-Hype übrig blieb

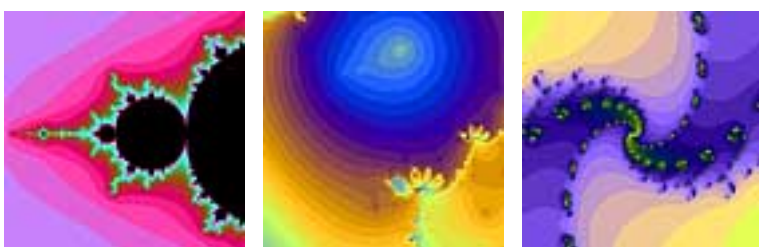
In den achtziger Jahren hat die Chaosforschung mit psychedelischen Computergrafiken die Öffentlichkeit geradezu elektrisiert. Was ist übrig geblieben vom Rummel um die Pop-Mathematik? Eine ganze Menge, sagt der Mathematiker Heinz-Otto Peitgen.

Mittwoch, 21.06.2006 – 09:55 Uhr

[Drucken](#) | [Merken](#) | [Merken](#) | [Merken](#)

[Nutzungsrechte](#) | [Feedback](#)

Fotostrecke



Faszination Fraktale: Apfelmännchen & Co

Mehr im Internet

Download: Software Fractal Explorer

"Technology Review" (deutsche Ausgabe)

SPIEGEL ONLINE ist nicht verantwortlich für die Inhalte externer Internetseiten.

ANZEIGE

Auf bento ▶



REUTERS

Dascha Polanco: Fuck you, Size Zero

Frage: Sie haben in Ihren Büchern geschrieben, dass die Chaosforschung die Wissenschaft grundsätzlich geändert hat. War das mehr als ein Hype? Was ist dauerhaft übrig geblieben von der Chaosforschung?

Heinz-Otto Peitgen: Die Vorstellung von Chaosforschung, die Ihrer Frage zugrunde liegt, ist wahrscheinlich: Da entsteht ein neues Gebiet. Und dieses neue Gebiet gewinnt an Eigenständigkeit, und diese Eigenständigkeit wächst und wächst und wächst, so wie bei der Elektrodynamik oder der Quantenphysik. Das war nie so. Chaosforschung ist ein Querschnittsthema.

Frage: Das heißt?

Peitgen: Die Methoden, die die Chaosforschung zur Verfügung stellt, haben für viele Gebiete der Wissenschaft eine Bedeutung. Das hört sich jetzt an, als würde ich das nachträglich schönreden wollen. Aber das Ziel der Chaosforschung war zu verstehen, warum in Gegenwart von streng gültigen Gesetzmäßigkeiten manchmal die Möglichkeit der Prognose extrem gut gegeben ist und dann wieder überhaupt nicht. Also der Umgang mit Instabilität. Der Umgang mit Sensitivität. Das Wechselspiel von Zufall und Notwendigkeit. Das sind Querschnittsthemen. Die gelten genauso in der Geophysik wie in der Elektrodynamik, wie in der Astronomie, wie in der Ökologie. Oder das große System der Wetterbildung. Oder das viel spannendere Thema der Klimatologie.

Frage: Ein viel zitiertes Ergebnis der Chaosforschung war, die Wettervorhersage sei über einen Zeitraum von mehr als fünf Tagen eigentlich nicht wirklich machbar. Mittlerweile ist man bei acht Tagen.

Peitgen: Die große Frage ist, was ist eine Vorhersage? Also, wenn ich zum Beispiel die Vorhersage mache, in fünf Tagen ist das Wetter hier in Bremen, und zwar an dieser Stelle, wo wir heute sitzen, folgendermaßen: Um 12.00 Uhr mittags ist die gemessene Temperatur 13,5 Grad, die Windgeschwindigkeit ist acht Stundenkilometer aus Süd-Südwest, und die Luftfeuchtigkeit beträgt 13,7 Prozent. Wenn Sie das unter Wettervorhersage meinen, dann ist es völlig klar, dass das danebengehen wird. Oder anders ausgedrückt, die Wetterfrösche haben gelernt, unscharfe Vorhersagen zu machen.

Frage: Die Wetterfrösche schummeln also absichtlich?

Peitgen: Die Aussagen sind nur unscharf - und zwar so, dass man natürlich schon im Rahmen des Zufalls eine gewisse Trefferquote hat. Und jetzt machen wir einmal eins der gemeinsten Experimente gegen die Meteorologie, das man machen kann. Ich habe hier einen schwarzen Kasten auf dem Tisch stehen, das ist mein Wettercomputer. Und ich sage Ihnen, dieser Wettercomputer kann das Wetter von morgen mit 65 Prozent Treffergenauigkeit vorhersagen. Ist das ein guter Computer, ja oder nein? Schreiben Sie bitte auf, wie das Wetter jetzt ist - auf einen

ANZEIGE

**SCHNELLER
ZUM PASSENDEN
ZUHAUSE.**

z.B. Berlin

LOS GEHT'S



immowelt.de

ANZEIGE

Zettel. Ich mache den Kasten auf, und Sie geben den Zettel da rein, und jetzt rechnet der Computer. Ich nehme den Zettel heraus, und das Einzige, was ich mit dem Zettel mache, ist, ich ändere das Datum von heute auf das Datum von morgen. Das heißt, dieser Computer beruht auf der Annahme, dass das Wetter von morgen genauso ist wie das Wetter von heute. Damit haben Sie schon 65 Prozent richtige Vorhersagen. Die numerischen Gleichungen, die das Wetter genauestens beschreiben, haben das Phänomen Chaos in sich. Daran besteht kein Zweifel. Und das heißt, dass unter gewissen Bedingungen bei sehr guter Beobachtung die Vorhersage in die Zukunft über ein paar Tage sehr robust ist und dass unter gewissen anderen Randbedingungen die Vorhersage für ein paar Tage so ist, als hätte man gewürfelt.

Frage: Lässt sich denn das Klima modellieren?

Peitgen: Jetzt reden wir von Glaubenssachen. Es gibt Leute, die glauben - und viele von denen sitzen in hoch bezahlten Positionen in sehr bedeutenden Forschungszentren -, dass man das Klima modellieren kann. Ich zähle zu denen, die das nicht glauben. Ich halte es für möglich, dass sich die mittlere Erwärmung der Ozeane in 50 Jahren mit einem bestimmten Fehler vorausberechnen lässt. Aber welche Wirkungen das auf das Klima hat, das ist eine ganz andere Geschichte.

Frage: In den achtziger Jahren gab es wilde Spekulationen, dass sich zum Beispiel das Verhalten der Börsenkurse mit Hilfe der Chaostheorie entschlüsseln lässt. Halten Sie das nach wie vor für möglich?

Peitgen: Ja und nein. Die Vorstellung, dass sich der Kurs einer Aktie für die Zukunft vorhersagen lässt, ist ebenso absurd wie die Vorstellung, man könne das Wetter vorhersagen. Das war immer absurd und ist auch so absurd geblieben. Daran hat sich nichts geändert, und keiner, der damals im Bereich der Chaosforschung tätig war, hat daran geglaubt und schon gar nicht daran gearbeitet. Leider, leider, leider gehört eine der großen Blödheiten auf dem Gebiet dazu, dass man darüber gesprochen - und jetzt komme ich zu dem zweiten Teil - und nicht aufgepasst hat, was man gesagt hat. Manche Dinge stehen eben auf der Spitze, und wenn man nicht aufpasst, kippen sie auf die falsche Seite.

Frage: Was ist denn da auf die Seite gekippt?

Peitgen: Bei dieser Börsengeschichte konnten wir neue Phänomene erkennen. Diese neuen Phänomene sind so etwas wie Charaktereigenschaften von Aktien, die wir vorher nicht mathematisch greifen konnten. Eine der Grundeigenschaften von Aktien, die die Finanzmathematik betrachtet, ist die Volatilität. Die beschreibt mathematisch so etwas wie den Charakter des Raufs und Runters einer Aktie. Die Aktie kann sehr phlegmatisch sein. Die Aktie kann aber auch sehr nervös sein, das heißt, sie klettert von Tag zu Tag mächtig hin und her. Das Hin- und Herklettern hat etwas mit den Renditesprüngen zu tun. Und die Volatilität ist ein Maß dafür - im Prinzip nimmt man den Mittelwert der Renditesprünge. Wenn ich jetzt wissen möchte, wie ist denn die Jahresvolatilität, was müsste ich dann machen? Dann nehme ich die jährlichen Renditesprünge. Leider brauche ich dafür viele Jahre. Kann ich aus der täglichen Volatilität die Jahresvolatilität berechnen? Da gibt es das Grundgesetz der Finanzmathematik, das ist das berühmte Wurzelgesetz. Das Wurzelgesetz sagt, wenn ich die Jahresvolatilität aus der Tagesvolatilität schöpfen will, dann muss ich einfach sagen, wie viele Tage hat ein Jahr, und aus dieser Zahl nehme ich die Wurzel und diesen Faktor nehme ich als Multiplikator für die Tagesvolatilität. Und jetzt kommen die fraktale Geometrie und die Chaosforschung und sagen, das Wurzelgesetz ist eine Idealisierung der Börse, von der es Abweichungen gibt. Diese Abweichungen werden gemessen an dem sogenannten Hurst-Exponenten. Und diese kleinen Abweichungen werden in die klassische Finanzmathematik eingespeist und geben eine Möglichkeit, den Charakter einer Aktie in der zukünftigen Entwicklung viel besser zu bestimmen als vorher. Das ist ein Beispiel, und davon gibt es viele weitere.

Frage: In der Ausbildung und in der Forschung sieht es im Moment nicht so aus, als gäbe es Bestrebungen, die auf Interdisziplinarität und Querschnittsdenken sonderlich viel Wert legen. Halten Sie das für sinnvoll?

Peitgen: Nein, ganz und gar nicht. Was heute in der Bildung mit Menschen geschieht, erinnert ein wenig an den Nürnberger Trichter, an eine Informationsmaschine. Und da passt es natürlich, dass man den Menschen gar nicht anders verwenden will als mechanistisch. Das mechanistische Bild der Bildung hat eine einhundertprozentige Übereinstimmung mit dem mechanistischen Bild der Organisation. Wenn ich in der Organisation nur einen Menschen haben will, der funktioniert, also ganz bestimmte Fähigkeiten immer wieder reproduziert, dann komme ich natürlich auch darauf, ihm genau diese beizubringen und es dabei zu belassen.

ANZEIGE

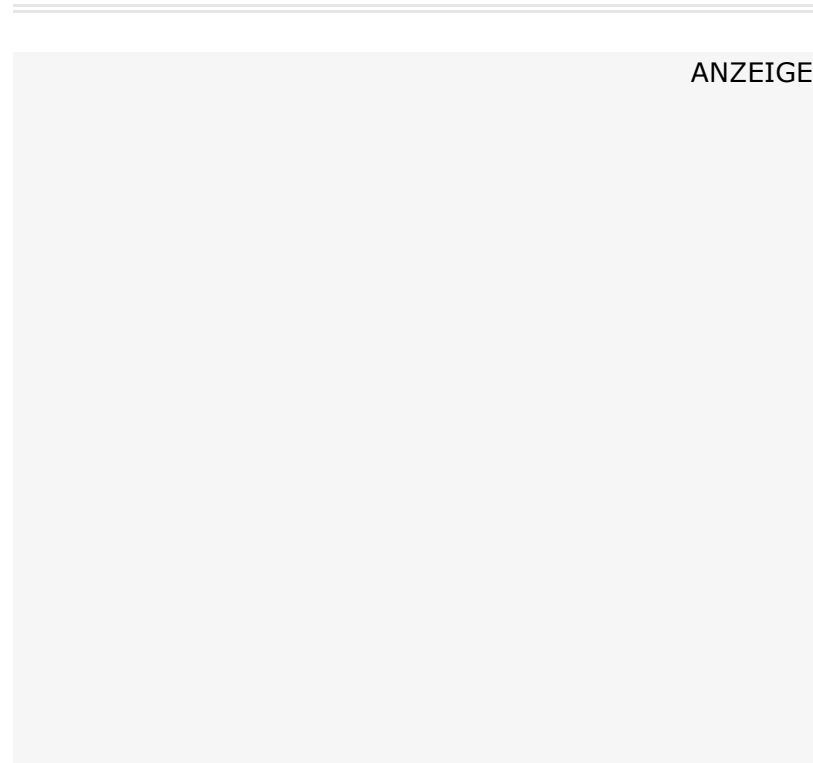
ANZEIGE

Frage: Was müsste man anders machen?

Peitgen: Wenn man fragt, was unterscheidet uns von anderen Lebewesen, dann würde ich sagen, eines der wichtigsten Dinge ist, dass wir Pläne machen. Das heißt, wir können uns in abstrakter Weise einen Vorgang, eine Situation vorstellen. Das ist eine unglaubliche menschliche Leistung. Aber wir wissen, dass dies nicht allein die Natur ausmacht. Natur hat ganz notwendig den anderen Teil - den Teil, wo der Zufall ganz stark wirkt, wo die Instabilität notwendig ist, und das nicht etwas ist, was mit Angst behaftet sein muss. Die Instabilität ist die Voraussetzung für Selbstorganisation. Und in der planbaren Welt ist natürlich der Todfeind die Instabilität. Eben dies müsste man einbeziehen in so etwas wie technische Entwurfsprozesse. Das hieße aber auch, dass wir lernen müssten, mit mehr Unsicherheit zu leben: nicht von vornherein im Entwurf alles steuern zu können und dann die Selbstorganisation machen lassen. Ich kann mir das gut vorstellen in Bereichen, wo der menschliche Faktor, wo das Interagieren von Menschen eigentlich der Kern der Sache ist.

Frage: Ist das in dem Forschungszentrum, in dem Sie jetzt arbeiten, umgesetzt?

Peitgen: Hier ist es umgesetzt. Das war immer der Wunsch, dass ich einmal ein Forschungszentrum habe, in dem das so ist. Und das ist - ich bin ja inzwischen 60 Jahre alt - bei den ersten Versuchen mehr oder minder missglückt. Aber beim Centrum für Medizinische Diagnosesysteme und Visualisierung ist es gelungen.



Frage: Was ist bei den ersten Versuchen schief gegangen?

Peitgen: Wenn man als junger Mensch an einen Lehrstuhl kommt und dort eine Mitarbeiterstelle annimmt, dann hat man in der Regel ganz klare Erwartungen. Der Professor sagt, wo es lang geht, der sagt, dies und das möchte ich. Das war und ist nicht meine Vorstellung. Ich glaube, Wissenschaftler haben deshalb Lust und Freude an ihrem Beruf, weil sie ihr eigenes Ding machen wollen. Das heißt nicht automatisch, dass sie vollkommen isoliert arbeiten wollen, das ist nicht das Ziel. Wir ziehen hier bei uns alle an einem Strick, und dabei kommen diese wunderschönen Konstellationen heraus, dass sich die Teams wirklich vollständig selbst organisieren. Dass da plötzlich einer die Rolle übernimmt, das Team zu leiten, zu repräsentieren - also Selbstorganisation auf allen Ebenen. Wenn man so etwas macht, dann kommt plötzlich heraus, dass alles ständig hinterfragt wird. Die Zielsetzung ist nicht gut, weil der Chef das gesagt hat, sondern die ist deshalb gut, weil die, die daran arbeiten, davon überzeugt sind. Und können Sie sich vorstellen, was das für einen Unterschied macht? Einen gewaltigen Unterschied!

Das Gespräch führte Wolfgang Stieler.

© [Technology Review](#), Heise Zeitschriften Verlag, Hannover

Zur Startseite

Diesen Artikel...

Drucken | **Merken**

Feedback | **Nutzungsrechte**

Auch interessant



Doel 1

Belgiens ältester Reaktor schaltet sich ab

Aus, an, aus: Belgiens ältester Atomreaktor, Doel1, hat sich automatisch abgeschaltet, die... [mehr ...](#)

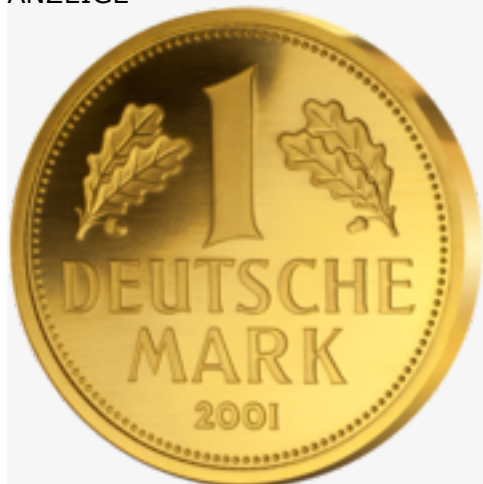


ZDF-Miniserie "Morgen hör' ich auf"

Bloß kein Mitleid

Ein Mann weiß nicht weiter - und plötzlich eskaliert alles: Bastian Pastewka spielt in... [mehr ...](#)

ANZEIGE



Unschlagbar günstig: Deutsches Gold für nur 15 €

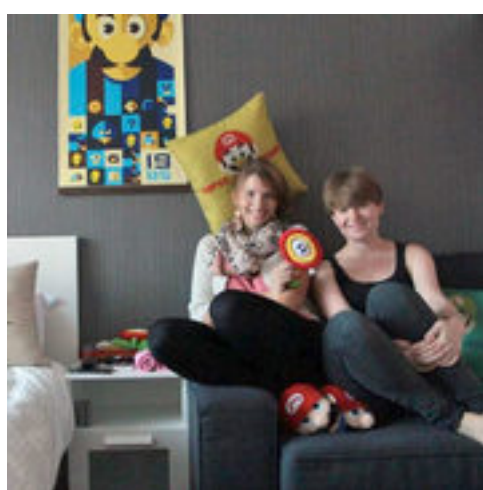
Die einmalige Jubiläums-Ausgabe der "Goldmark 2015" als Neuprägung für nur 15 Euro... [mehr ...](#)



Nach Raser-Fahrt

Trainer verteidigt James Rodriguez


Er ist schnell - doch jetzt war er deutlich zu schnell: Mittelfeldstar James Rodriguez von Real... [mehr ...](#)



Auf Bento

Airbnb in Japan: Zwischen Hello Kitty und creepy Family

Von der Teezeremonienmeisterstube bis zum Super-Mario-Zuhause. [mehr ...](#)

powered by plista 

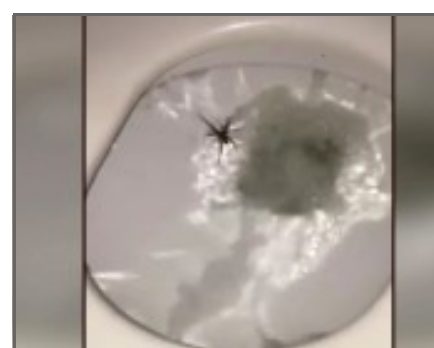
Video-Empfehlungen



Hype verpasst?: Ein Ufo über Kalifornien



Noch Turnschuh oder schon Kultobjekt?: Der weltweite Hype um Sneakers



Viraler Hype: Die Spinne in der Toilette

Auch interessant



See in Bolivien

Der Poopó ist weg

Einst bedeckte er 3000 Quadratkilometer - jetzt ist fast nichts mehr übrig: Der vormals zweit... [mehr ...](#)



ZDF-Moderatorin

Gericht verbietet Hasskommentare gegen Dunja Hayali

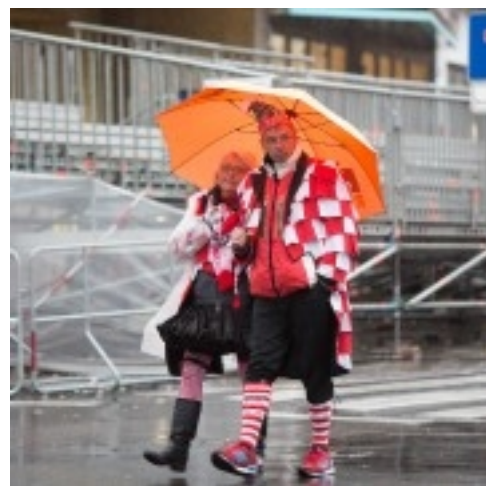
Das Landgericht Hamburg hat einem Facebook-Nutzer untersagt, die ZDF-Journalistin Dunja... [mehr ...](#)

ANZEIGE



Weil Design uns bewegt.

Der neue SEAT Mii by MANGO Limited Edition schon ab 13.655 €². [mehr ...](#)



Bilanz nach Rosenmontag

45 angezeigte Sexualdelikte in Köln

Die Kölner Polizei hatte an Karneval reichlich zu tun, insgesamt zählten die Beamten 1100... [mehr ...](#)



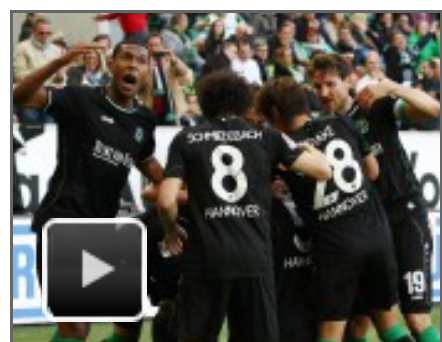
Auf Bento

McDonald's streicht Burger aus dem Programm

"Bio bei McDonald's ist noch kein Produkt für alle Gäste" [mehr ...](#)

powered by plista

Video-Empfehlungen



Hannover 96 im Kloster: Hoffnung auf Hilfe von oben



Hype verpasst?: Ein Ufo über Kalifornien



Noch Turnschuh oder schon Kultobjekt?: Der weltweite Hype um Sneakers

© SPIEGEL ONLINE 2006

Alle Rechte vorbehalten

Vervielfältigung nur mit Genehmigung der SPIEGELnet GmbH

▲ TOP

Mehr Serviceangebote von SPIEGEL-ONLINE-Partnern**AUTO**

Benzinpreis

Bußgeld-
rechnerNeu-/Gebraucht-
FahrzeugeWerkstatt-
vergleichKfz-
Versicherung**FREIZEIT**

Eurojackpot

Lottozahlen

Bücher
bestellen

Sudoku

Kenken

ENERGIE

Arztsuche

DSL-Vergleich

Hörgeräte-
Beratung

Ferientermine

Traumreise

Gasanbieter-
vergleichStromanbieter-
vergleichEnergiespar-
ratgeberEnergie-
vergleiche**JOB**

Gehaltscheck

Brutto-Netto-
Rechner

Uni-Tools

Jobsuche

FINANZENWährungs-
rechnerImmobilien-
BörseKredit-
vergleich

Versicherungen

Home Politik Wirtschaft Panorama Sport Kultur Netzwelt Wissenschaft Gesundheit einestages Uni Reise Auto Stil Wetter**DIENSTE**

Schlagzeilen

Nachrichtenarchiv

RSS

Newsletter

Mobil

VIDEO

Nachrichten Videos

SPIEGEL TV Magazin

SPIEGEL TV Programm

SPIEGEL Geschichte

SPIEGEL TV Wissen

MEDIA

SPIEGEL QC

Mediadaten

Selbstbuchungstool

weitere Zeitschriften

MAGAZINE

DER SPIEGEL

Dein SPIEGEL

SPIEGEL GESCHICHTE

SPIEGEL WISSEN

UNI SPIEGEL

SPIEGEL GRUPPE

Abo

Shop

SPIEGEL TV

manager magazin

Harvard Business Man.

buchreport

buch aktuell

Der Audio Verlag

SPIEGEL-Gruppe

WEITERE

Hilfe

Kontakt

Nutzungsrechte

Datenschutz

Impressum

▲ TOP