

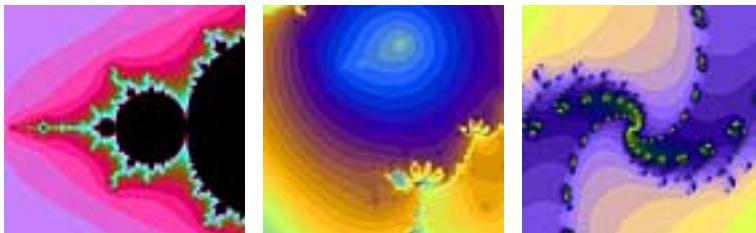
Chaosforschung: Was vom Fraktal-Hype übrig blieb

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

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?

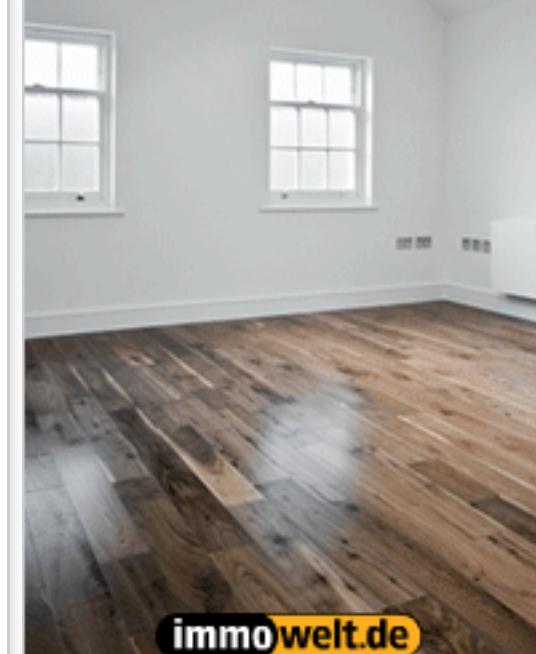
Peitgen: Die Aussagen sind nur unscharf - und zwar so, dass man natürlich schon im Rahmen des Zufalls eine gewisse Trefferquote hat. Und jetzt machen wir einmal eins der gemeinsten Experimente gegen die Meteorologie, das man machen kann. Ich habe hier einen schwarzen Kasten auf dem Tisch stehen, das 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 PASSENDE
ZUHAUSE.**

z.B. Berlin

LOS GEHT'S



Auf bento ▶



REUTERS

Dascha Polanco: Fuck you, Size Zero

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 Renditesprünge 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.

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.

ANZEIGE

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



Doe1

Belgiens ältester Reaktor schaltet sich ab

Aus, an, aus: Belgiens ältester Atomreaktor, Doe1, 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 €

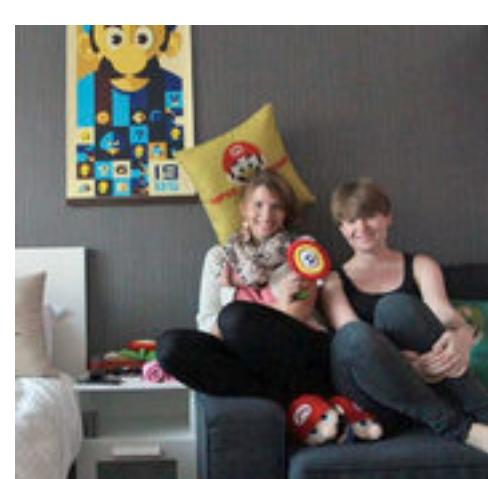
Die einmalige Jubiläums-Ausgabe der "Goldmark 2015" als Neuprägung für nur 15 Euro... [mehr ...](#)



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

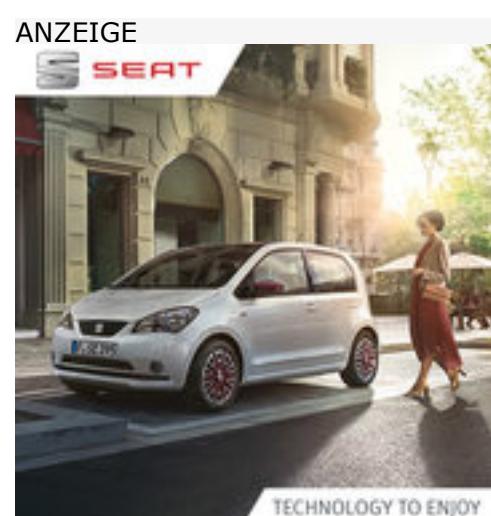
Einst bedeckte er 3000 Quadratkilometer - jetzt ist fast nichts mehr übrig: Der vormals zweit... [mehr ...](#)



ZDF-Moderatorin

Gericht verbietet Hasskommentare gegen Dunja Hayali

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



ANZEIGE

SEAT

TECHNOLOGY TO ENJOY

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	FREIZEIT	ENERGIE	JOB	FINANZEN
Benzinpreis	Eurojackpot	Arztsuche	Gasanbieter-vergleich	Gehaltscheck
Bußgeld-rechner	Lottozahlen	DSL-Vergleich	Stromanbieter-vergleich	Brutto-Netto-Rechner
Neu-/Gebraucht-Fahrzeuge	Bücher bestellen	Hörgeräte-Beratung	Energiespar-ratgeber	Uni-Tools
Werkstatt-vergleich	Sudoku	Ferientermine	Energie-vergleiche	Jobsuche
Kfz-Versicherung	Kenken	Traumreise		Versicherungen

[Home](#) [Politik](#) [Wirtschaft](#) [Panorama](#) [Sport](#) [Kultur](#) [Netzwelt](#) [Wissenschaft](#) [Gesundheit](#) [einestages](#) [Uni](#) [Reise](#) [Auto](#) [Stil](#) [Wetter](#)

DIENSTE	VIDEO	MEDIA	MAGAZINE	SPIEGEL GRUPPE	WEITERE
Schlagzeilen	Nachrichten Videos	SPIEGEL QC	DER SPIEGEL	Abo	Hilfe
Nachrichtenarchiv	SPIEGEL TV Magazin	Mediadaten	Dein SPIEGEL	Shop	Kontakt
RSS	SPIEGEL TV Programm	Selbstbuchungstool	SPIEGEL GESCHICHTE	SPIEGEL TV	Nutzungsrechte
Newsletter	SPIEGEL Geschichte	weitere Zeitschriften	SPIEGEL WISSEN	manager magazin	Datenschutz
Mobil	SPIEGEL TV Wissen		UNI SPIEGEL	Harvard Business Man.	Impressum
				buchreport	
				buch aktuell	
				Der Audio Verlag	
				SPIEGEL-Gruppe	

[TOP](#)