

„Hubble“-Aufnahme zweier Spiralgalaxien

ASTROFOTO

KOSMOLOGIE

Die Bibel in der Gaswolke

Wirbel um ein neues Weltmodell: Das Universum, behauptet der Mathematiker Stephen Wolfram, ist das Werk eines gigantischen Computerprogramms. Für viele Forscher hat die Idee ihre Reize – sie könnte die Physik von schweren Rätseln erlösen.

Der Allmächtige Automat beendet in diesem Moment das Leben Tausender Menschen; ihre Zeit ist um nach seiner Berechnung. Nebenher schaukelt er im Allgäu ein paar Gänseblümchen im Wind. In China wirft er einen Sack Reis um.

Und irgendwo fragt sich soeben ein Leser, was das wohl für ein Unfug sein mag – auch das ein Werk des Automaten.

Alles, was geschieht in der Welt, folgt exakt dem Programm eines gewaltigen Computers. Das behauptet der US-Mathematiker Stephen Wolfram. Das ganze Universum, sagt er, ist ein Automat, der alles Dasein hervorbringt und in Gang hält.

Solche Tollheiten sind zu lesen in Wolframs neuem Buch, das gerade viel Wirbel macht*. Schon im Titel („A New Kind of Science“) prahlt der Autor, er habe nicht weniger als den Umsturz der Wissenschaften im Sinn. Der Automat hat ihm, so scheint es, ein enormes Ego errechnet.

Aber überall beugen sich ernsthafte Forscher über den Band von knapp 1200 Seiten. Die Weltpresse ist aus dem Häuschen. Allein die „New York Times“ druckte bereits vier lange Besprechungen. Die meisten Rezensenten bleiben skeptisch; doch

eine kleine, wachsende Gemeinde von Physikern und Kosmologen fühlt sich bestärkt. Das Weltmodell des Computers gewinnt Anhänger. Und Wolframs Gedankenspiel hat seinen Reiz; etliche Probleme der Physik zaubert es elegant hinweg.

Stephen Wolfram, 42, ist auch nicht irgendwer. Als Knabe gab er schon das Mathe-Genie; später machte er mit seiner Software „Mathematica“ Millionen. Die letzten zehn Jahre verbrachte er brütend in seiner Klause nahe Chicago.

Dort studierte Wolfram die Schöpferkraft merkwürdiger Computerprogramme, be-

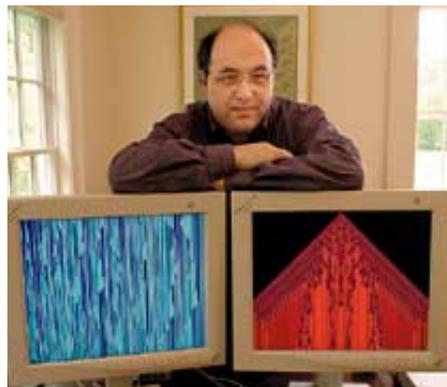
kannt als „zelluläre Automaten“. Die sehen anfangs nicht weltbewegend aus: Auf dem Monitor erscheint zum Beispiel ein Gitterwerk, das an ein Kreuzworträtsel erinnert.

Setzt man aber den Automaten in Gang, so beginnen die Felder Schritt für Schritt zu wandern – manche verschwinden, neue kommen hinzu (siehe Grafik). Mitunter erscheinen Gebilde, denen ein wunderliches Leben innewohnt: Geißeltierchen, die ruckelnd durcheinander wimmeln. Oder Gestalten wie dahineilende Boote, die Dampfwölkchen aus einem Schornstein puffen.

Was wirklich geschieht, ist verblüffend simpel: Jede Zelle errechnet ihren nächsten Zustand – ob schwarz oder weiß –, je nach dem Zustand der jeweiligen Nachbarzellen. Sie folgt dabei einfachen Regeln, die der Programmierer festgelegt hat.

Oft entstehen nach wenigen Rechenschritten schon Muster, die immer komplexer werden. Deren weiteres Schicksal, fand Wolfram, ist bald nicht mehr vorhersagbar. Wer es wissen will, hat nur eine Chance: Er muss den Automaten laufen lassen.

Darin gleichen die Gitterspiele vielen Dingen der wirklichen Welt: zum Beispiel einem Eimer mit rostigen Nägeln. Was genau wird geschehen, wenn ihn jemand schüttelt? Vor dieser Frage versagt alles Formelwerk der Physik; wie die Nä-



Mathematiker Wolfram
Geißeltierchen aus dem Automaten

RICK FRIEDMAN

* Stephen Wolfram: „A New Kind of Science“. Wolfram Media, Champaign; 1197 Seiten; 44,95 Dollar.



Kontinuum, sondern ein Gitternetz von aberwinziger Maschenweite. Auch die Zeit verfließt in dieser Welt nicht gleichmäßig; sie kommt ruckend voran im Takt eines kosmischen Metronoms – auch im Computerprozessor gibt eine Uhr den Rechen-takt vor. Fredkin spricht von „digitaler Physik“. Sie macht die Welt berechenbar für einen Zahlenfresser.

Seit kurzem ist sogar bekannt, wie viele Rechenoperationen das Universum, wäre es wirklich ein Computer, seit dem Urknall ausgeführt hätte. Der US-Physiker Seth Lloyd hat das ergründet: Heraus kam eine schauerliche Zahl mit 120 Nullen.

Als Computer ist das Universum aber eindeutig unterfordert. Die zahllosen Zellen draußen in der Leere des Weltraums haben ja kaum jemals etwas zu tun. Mit viel Glück kommt nach Äonen einmal ein

gel hinterher verteilt sind, ist nicht auszu-rechnen.

Für Wolfram liegt die Antwort auf der Hand: Der Eimer ist ebenfalls ein Auto-mat – wie auch das Bächlein am Wege-rand, das Menschenhirn oder die nächst-beste Gaswolke in den Weiten des Weltalls.

Alles Automaten, folgert Wolfram, und alle haben die gleiche Rechenkraft: Sie bringen Strukturen hervor, die sich jeder Vorhersage entziehen. Wer also Bächlein, Hirn und Gaswolke begreifen wolle, müs-sie die Regeln aufspüren, denen sie folgen.

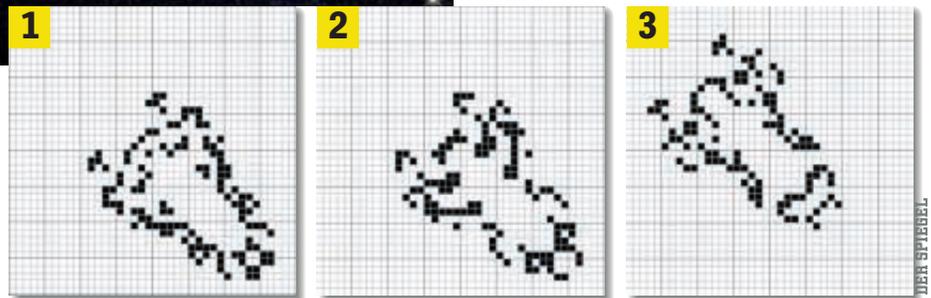
Der Hauptpreis winkt dem Entdecker der Super-Regel: des kosmischen Automa-ten, der durch rasende, endlos wiederhol-te Rechenschritte Wolframs Weltall her-vorgebracht hat.

Der allmächtige Computer: Das war frei-lich schon immer die Religion jener Leute, die zu viel programmieren. Tagein, tagaus sitzen sie an ihrer Wundermaschine, die auf Kommando Wirbelstürme simuliert, Steuer-erklärungen ausspuckt oder den Pferde-schwanz von Lara Croft wippen lässt – kein Wunder, wenn die Computerbegeisterten am Ende auch im realen Pferdeschwanz das Werk eines Zahlenfressers wähen.

Hinzu kommt: Das Rechnen scheint der Welt irgendwie eingeboren zu sein. In der Natur ist das digitale Prinzip weit verbreit-et; selbst das Erbgut ist eine Art Programm für den Aufbau eines Organismus. Forscher lösen mit seinen Schnipseln hie und da schon knifflige Rechenaufgaben.

Mit etwas Mühe lässt sich alles Mögliche zum Rechnen bewegen. Auch aus Teekes-seln, Gummischläuchen und Luftpumpen könnte man einen Computer bauen. Solch ein klapperndes, pfeifendes Ungetüm ad-diert brav 17 und 4, wenn seine Elemente nur logisch richtig zusammengeschalt-et worden sind.

Ein Computer kann also in vielerlei Ge-stalt erscheinen. Ist darum schon alles ein



Scheinleben aus dem Rechner Funktionsweise eines zellulären Automaten

- 1** Die Ausgangsfigur ist frei gewählt.
- 2** Im nächsten Schritt errechnet der Computer nun für jedes Kästchen („Zelle“), ob es schwarz oder weiß erscheint – abhängig vom Zustand der jeweiligen Nachbarzelle. Die Regeln dafür hat der Programmierer vorgegeben.
- 3** Nach 30 Rechenschritten ist das Gebilde bereits in Bewegung geraten: Auf dem Monitor scheint ein Tierchen herumzuschwimmen.

Computer? Das hieße, dass die Dinge von allein Rechnungen anstellen. In Wolframs Automatenwelt tun sie das: Die Sonnen-brille misst das einfallende Licht und rechnet es flugs auf dunklere Werte herunter. Und der Nagel kalkuliert nach Maßgabe des Hammerschlags, wie weit er ins Holz hinein muss.

Wolframs Befürworter würden sagen: Das ist auch nicht närrischer als eine Natur, die den hergebrachten Formeln der Physik folgt. Woher kennt die Erde ihre Bahn? Peilt sie den Abstand zur Sonne und schlägt dann im Gravitationsgesetz nach, wohin die Reise gehen muss?

Stünde aber ein steuernder Automat hinter allem, was sich regt, lösten sich solche Fragen in Luft auf. Das Programm er-mittelt eben immer nur, Schritt für Schritt, seinen nächsten Zustand.

Auch der amerikanische Philosoph Ed-ward Fredkin ist überzeugt, dass die Welt ein Computer ist. Auf seiner privaten Insel in der Karibik hat er dafür eine komplett neue Physik ausgeheckt – ein zellulärer Automat besteht schließlich aus Zellen. Die Frage ist: Wo sind die Zellen in der Natur? Fredkins Antwort: Der Raum ist gar kein

Wasserstoffatom vorbeigetrudelt. Dann gilt es, die Übergabe des Teilchens an die Nachbarzelle zu berechnen. Und danach kehrt wieder Ödnis ein (auf belebten Pla-neten ist natürlich mehr los).

Der Digitalphilosoph Fredkin sieht dar-in eine schwer begreifliche Verschwendung von Rechenkapazität. „Entweder etwas an-deres geht da vor“, sagt Fredkin – oder Gott war ein lausiger Programmierer.

Eine dritte Lösung hat Fredkin überse-hen: Womöglich war dem Schöpfer die Ef-fizienz seines Kosmos-Programms egal. Der Informatiker Jürgen Schmidhuber im schweizerischen Lugano hält das für wahr-scheinlich. Warum sollte der „Große Pro-grammierer“, fragt Schmidhuber, sich mit Details aufhalten? Wenn er wirklich gut ist, dann macht er ein Programm, das gleichmütig alle möglichen Universen aus-wirft – sogar ganz vergurkte.

Das eine gerät ihm vielleicht klein wie ein Fliegendreck. Im zweiten schlingert das Licht in zähen Tropfen durch den Raum. Das dritte ist eine spukhafte Welt aus rei-ner Mathematik, bewohnt von gefräßigen Hyperwürfeln, die Jagd auf kleine Kreise machen. Diese Theorie hat einen Vorteil:

In den Augen eines Wissenschaftlers ist sie schön. Ihre Erklärung ist wunderbar kurz. Denn ein Schöpfungsprogramm, das blindlings jede Welt erzeugt, ist das Einfachste, das man sich denken kann. Andernfalls müsste es unzählige Einstellungen treffen, damit genau der eine Kosmos herauskommt, in dem, wider alle Wahrscheinlichkeit, der Informatiker Schmidhuber entsteht. In einer Serie von Abermilliarden Universen jedoch kommt so was schon mal vor – ohne besonderen Grund.

Viele Physiker wären heilfroh, wenn sie das glauben könnten. Es wäre die Erlösung von vielen quälenden Fragen: Warum gibt es nur das, was da ist? Warum ist die Lichtgeschwindigkeit so und die Schwerkraft so beschaffen? Warum hat die Natur sich ausgerechnet die paar Gesetze ausgesucht, denen sie unerschütterlich folgt? Die Antwort wäre: Unser wohnliches All ist eher nebenbei entstanden – ein halbwegs glückliches Exemplar in einer unendlichen Reihe von Versuchen.

Stephen Wolframs Weltmodell hält da problemlos mit: Auch der zelluläre Automat, den der Mathematiker im Kosmos walten sieht, kann beliebig viele Welten auswerfen. Der Gelehrte hat sich auch schon Gedanken gemacht über die Regel, die dafür nötig wäre. Wer sie je entdeckt, meint er, könnte enttäuscht sein: drei, vier Zeilen, „vermutlich nicht sehr beeindruckend“.

Einstweilen wird aber weltweit noch heftig debattiert, was das Modell vom Allmächtigen Automaten überhaupt hergibt. Wolfram sieht das mit Behagen. Er arbeitet bereits an einer Software, mit der jedermann seine Experimente nachstellen kann. Und für den Herbst hat der Autor eine große Lesereise angekündigt. Dann will er auch vor einer Fachjury antreten und seine Theorie verteidigen.

Den Haupteinwand hat der amerikanische Computerforscher Ray Kurzweil vorgebracht: Man kann all die Automaten aus dem dicken Buch, sagt er, in alle Ewigkeit laufen lassen, und sie werden immer nur Kästchenmuster hervorbringen, „nie ein Insekt, nie ein Chopin-Prélude“.

In der Tat ist die Behauptung, alles sei ein Computer, womöglich nur banal. Es ist leicht zu zeigen, dass eine kosmische Gaswolke, wie Wolfram versichert, alles „errechnen“ kann. Man muss sie nur lange genug dahinwabern lassen. Irgendwann werden ihre Abertrilliarden Moleküle, rein zufällig, genau so angeordnet sein, dass sich der Text der Bibel herauslesen ließe.

Aber im nächsten Moment ist die Heilige Schrift auch schon wieder weg. Nichts und niemand hat Notiz davon genommen.

Jeder Automat braucht ein verständiges Wesen, das ihn mittels Software steuert und hinterher die bezweckten Ergebnisse abliest. Ohne dies produziert er nur Information, die folgenlos verpufft. Komplexität allein, so scheint es, führt zu gar nichts.

MANFRED DWORSCHAK



Götterstatuen auf dem Berg Nemrut: „Wir wollen König Antiochos einen Gefallen tun“

ARCHÄOLOGIE

Heilige Baustelle

Ein holländischer Architekt will auf dem Berg Nemrut nach der Grabkammer des Königs Antiochos suchen. Seine esoterische Ehefrau will ihm den Weg weisen. Archäologen sind entsetzt.

Kurz vor Einbruch der Dunkelheit, wenn die Steine noch glühen von der anatolischen Nachmittagshitze, beginnt das große Picknick. Zu Hunderten pilgern Geschichtsfans und Esoteriker aus allen Erdteilen auf den Gipfel des 2150 Meter hohen Nemrut in der Südosttürkei. Von dem heiligen Berg aus wollen sie bestau-

nen, wie die Sonne hinter dem Taurusgebirge versinkt.

Einige holen die Panflöte heraus und stimmen andächtige Weisen an, andere kraxeln für einen Schnapschuss auf einer der antiken Kolossalstatuen herum. Männerrunden genehmigen sich ein Fläschchen Anisschnaps.

Antiochos I., der megalomane Gottkönig, der sich dort oben das gigantische Grabmal vor über 2000 Jahren errichten ließ, hätte seine Freude an dem Schauspiel gehabt. „Reichlich Mischwein und angemessene Speisen“, so hatte er seiner Priesterschaft aufgetragen, seien den Gläubigen zu kredenzen, die sich am 10. und 16. jeden Monats auf dem Nemrutgipfel einfinden sollten.

Dem Herrscher des kleinen Königreichs Kommagene war eine Laune der Geschichte zu Kopf gestiegen: Weder die Perser noch die Römer, zwischen deren Imperien sein anatolischer Pufferstaat einge-

