

Die Zertrümmerung der Zeit

Der britische Physiker Roger Penrose fordert die Propagandisten Künstlicher Intelligenz heraus: Der Mensch denkt grundsätzlich anders als ein Computer, so die

These seines neuen Buches. Um menschliche Intuition zu verstehen, müßte die Physik revolutioniert und die Vorstellung von der Zeit revidiert werden.



Physiker Penrose: Reise durch die Welt der Schwarzen Löcher und springenden Quanten

Folgender Satz ist falsch: Der vorangehende Satz ist richtig. Ja, was denn nun? Wenn der erste Satz stimmt, muß der zweite wohl falsch sein. Folglich ist der erste nicht richtig – und das Dilemma perfekt. An derlei paradoxen Logeleien ergötzen sich die Menschen, seit ein Kreter namens Epimenides schimpfte: „Alle Kreter lügen!“ – auch dies eine Selbstbeziehung, mit der er sich ad absurdum führte.

Mit lügenden Krettern und ihren falschrichtigen Behauptungen schlugen sich die Philosophen schon in der Antike herum, doch es dauerte noch zwei Jahrtausende, bis auch die exakteste der Wissenschaften, die Mathematik, in Mitleidenschaft gezogen wurde.

Schuld war der österreichische Mathematiker Kurt Gödel, dem

1931 mit einem ähnlichen logischen Winkelzug ein Anschlag auf die Grundfesten seiner Wissenschaft gelang.

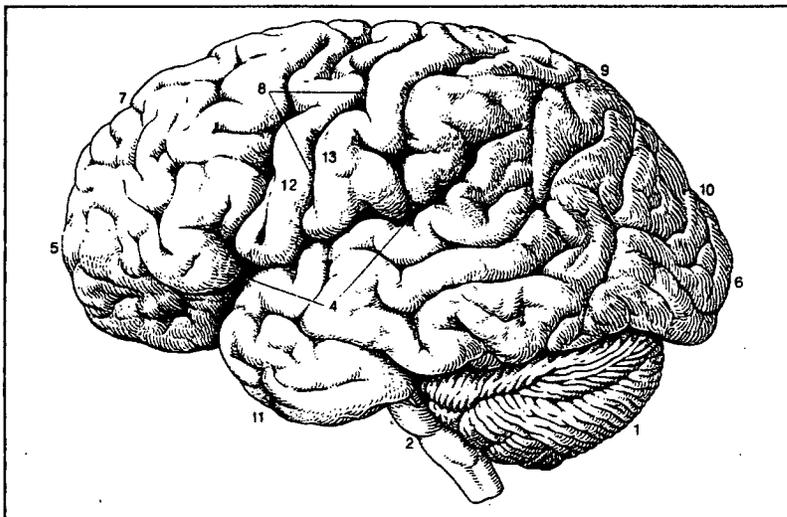
Auf 25 Seiten voll hochkomplizierter Aussagenlogik stellte er eine mathematische Formel auf, die, in Umgangs-

sprache übersetzt, etwa die Bedeutung hat: „Dieser Satz ist nicht beweisbar.“

Was wie eine harmlose Blödelei aussieht, ist für Mathematiker ein Schock. Denn jeder Laie kann sich austüfeln, daß der Gödelsche Satz zum einen wahr, zum anderen aber – eben weil er wahr ist –

nicht beweisbar ist. Beweise aber gelten den Mathematikern als Maß aller Wahrheit, unbeweisbare Wahrheiten darf es nicht geben.

Plötzlich taten sich Löcher auf im logischen Gewand der Mathematik. Und wo Mathematik versagt, ist Platz für Intuition, Kreativität und Spontaneität. Sofort ahnten die Wissenschaftler einen Schlupfwinkel für das Irrationale in einer Welt, die drei Jahrhunderte lang von der unerbittlichen Logik der Naturwissenschaft reigiert schien.



Menschliches Gehirn: Ausbruch aus dem Käfig der Physik?

Der jüngste und ein zugleich spektakulärer Versuch, die Welt mit Hilfe des Gödelschen Satzes aus dem Käfig der deterministischen Physik zu befreien, stammt von dem britischen Physiker Roger Penrose, 60. Ihm gelang das Kunststück, mit dem formelgespickten Wälzer „The Emperor's New Mind“ („Des Kaisers neues Bewußtsein“, auf deutsch jetzt unter dem geistlosen Titel „Computerdenken“ erschienen) auf den US-Bestsellerlisten zu landen, ungeachtet aller Quanten-Ket-Vektoren und Einsteinscher Krümmungstensoren, mit denen der Autor seine Leser plagt*.

Penroses Plädoyer für die Intuition ist eine Erwiderung auf das große Werk seines berühmtesten Schülers, des genialen Physikers Stephen Hawking. In einem Buch mit dem Titel „Eine kurze Geschichte der Zeit“ (SPIEGEL-Titel 42/1988) hatte Hawking ein Gesamtbild des Kosmos entworfen. Dem Menschen blieb darin nur die Rolle eines physikalischen Gesetzen unterworfenen Automaten, gleichsam eines besonders leistungsfähigen Super-Computers.

Penrose antwortet ihm mit der Fabel von des Kaisers neuen Kleidern. Den Webern im Märchen entsprechen bei ihm die Propagandisten Künstlicher Intelligenz (KI), die glauben, bald könnten Kupferdrähte und Siliziumchips dem menschlichen Gehirn ebenbürtig sein. Streng nach den Regeln der Mathematik lernen die KI-Geschöpfe zu rechnen, Schach zu spielen, Bilder zu erkennen, Sprache zu verstehen.

Mit atemraubender Geschwindigkeit nähern sich die Siliziumhirne ihren Vorbildern aus Proteinen und Kohlenhydraten. Irgendwann, so behaupten ihre begeisterten Väter, werde niemand mehr ihre Reaktionen von denen eines Menschen unterscheiden können. Bewußtsein sei nichts als eine notwendige Begleiterscheinung kompliziertester Rechnungen, irgendwann werde es sich auch bei den elektronischen Superhirnen von selbst einstellen.

Diesem Enthusiasmus stellt Penrose den Gödelschen Satz in den Weg. Wie das Kind im Märchen weist er auf den Computer und ruft: Er ist ja nackt. Denn der Gödelsche Satz bewiese: Es gibt eine Wahrheit, die sich dem Zugriff der Mathematik entzieht. Mit seiner Intuition könne sie der Mensch sofort erfassen. Den Transistoren hingegen werde sie ewig verschlossen bleiben. Selbst der aufwendigste Computer werde immer in dumpfer Bewußtlosigkeit seine gewaltigen Rechenkunststücke vollbringen.

Doch wie gelingt es dem Gehirn, dem Korsett physikalischer Gesetze zu entrennen? Ist eine Nervenzelle mehr als ein Transistor oder ein Mikrochip? Sind die

* Roger Penrose: „Computerdenken“. Verlag Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg; 456 Seiten; 48 Mark.

Diederichs Märchen der Weltliteratur jetzt bei rororo: Russische Volksmärchen (35075 ★ DM 12,80), Englische Märchen (35022 ★ DM 12,80) Arabische Märchen (35002 ★ DM 14,80), Buddhistische Märchen (35014 ★ DM 14,80), Spanische Märchen (35082 ★ DM 12,80)



Rowohlt im November

Eine Auswahl

Frauen, Familie, Freiheit

Über vier Generationen versuchen Mütter und Töchter einer amerikanischen Familie, sich voneinander zu lösen. Der faszinierende Bestseller von Marilyn French beeindruckt nicht nur Leserinnen.



Die Macht der Phantasie

Ein alter Mann erinnert sich an Glück, Leidenschaft, Bitterkeit und Enttäuschung. Tahar Ben Jellouns einfühlsamer Roman ist ein Plädoyer, das Leben bis zur Neige auszukosten.

12823 ★ DM 7,80



13011 ★ DM 19,80

Ungewöhnliches Leben

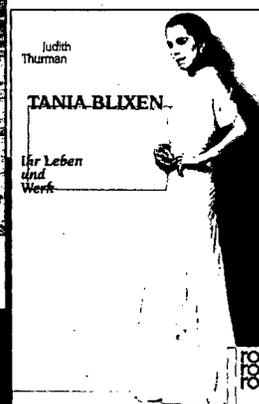
«Jenseits von Afrika» begründete Tania Blixens Mythos von Liebe, Leid und Abenteuer. Judith Thurmans Biographie «besticht als eine bedeutende künstlerische Leistung» (Eckart Klessmann, FAZ).



Parasiten und Pensionäre

Spannung von -ky: Beim Rentner Dolgenbrodt hat sich ein Ehepaar eingenistet, das ihn ausnutzt. Nach seinem tödlichen Treppensturz versuchen die beiden, die Leiche zu verstecken.

2951 ★ DM 8,80



13007 ★ DM 16,80

r
o
r
o

Ströme durch Nervenstränge und Zellmembranen nicht denselben Gesetzen unterworfen wie die Elektronen im Halbleiter?

Die provozierende Antwort auf diese Fragen hat Penroses Buch zum vieldiskutierten Thema in Physikinsti- tuten, Labors und Seminaren gemacht. Des Menschen spezielle Fähigkeiten, so behauptet Penrose, lassen sich nur mit einer Physik erklären, die noch gar nicht entdeckt ist.

Die Suche nach dieser Physik gerät Penrose zu einer Abenteuerreise bis an den Anfang der Zeit und bis zur Auflösung des Raumes.

Unterwegs umgarnt er den Leser mit den unendlich verzweigten Ärmchen fraktaler Gebilde, geleitet ihn durch eine gekrümmte Raum-Zeit bis zu den Materie- schluckern des Alls, den Schwarzen Löchern. Dort wird der Leser Zeuge, wie ein tollkühner Astro- naut von der Gewalt des Gezei- teneffekts zu Materiebrei zer- malmt wird, und begegnet anderen Raumfahrern mit um Jahr- zehnte älteren Zwillingbrüdern.

Dann macht ihn Penrose bekannt mit der „Schrödingerschen Katze“, die be- rühmt dafür wurde, gleichzeitig lebend- ig und vergiftet zu sein. Durch die ver- schlungenen Bäche und Straßen des „Landes Tor'Bled-Nam“, durch Pha- senräume mit vielen Millionen Dimen- sionen und unendlich dimensionale Hil- bert-Räume führt die Expedition wei- ter, bis sie schließlich zum Ur- knall gelangt, wo Raum, Zeit, Materie und Energie in einem einzigen „Unendlich“ ver- schmelzen.

Auf der Rückreise, noch „gewagter als die Hinreise“, wie er selbst gesteht, skizziert Penrose dann seine Vision einer neuen Physik: ein „wun- derbar konsistentes, allumfas- sendes System“ zur Erklärung der Welt, die endgültige Syn- these aus Physik, Biologie und Mathematik. Am Ende des Abenteuers steht schließlich die Zertrümmerung der Zeit und die Entstehung von Be- wußtsein.

Penrose ist kein Phantast. Er ist vielmehr einer der kom- petentesten Reiseführer auf dem Weg durch die theoretische Höhenluft, in der sich Zeit und Raum winden, Schwarze Löcher Licht ver- schlingen und Quanten ihre Sprünge machen. Immer wie- der kann er am Wegesrand auf



Physiker Newton: Im Gewand der Mathematik ...

seine eigenen Entdeckungen in der Ge- dankenwelt der theoretischen Physik weisen. So entlockte er, gemeinsam mit Stephen Hawking, den Schwarzen Lö- chern viele ihrer Geheimnisse. Er wies nach, daß das All mit einem Urknall be- gonnen haben muß (was inzwischen von anderen bezweifelt wird), und bei geo- metrischen Spielereien entdeckte er die



Mathematiker Gödel, Physiker Einstein ... taten sich Löcher auf

sogenannten Quasikristalle, Stoffe, in denen sich die Atome in einer neuen, früher für unmög- lich gehaltenen Art anordnen.

Doch diesmal sind Schwarze Löcher, fraktale Mengen und Quasikristalle nur Wegweiser. Diesmal ist die Expedition durch das Reich der theoretischen Phy- sik, ebenso wie schon Hawking „Geschichte der Zeit“, eine Su- che nach dem Heiligen Gral der Physik: der Quantengravitation.

Zwei große Theorien von überwältigender Schönheit sind die Säulen der heutigen Physik:

▷ Die Quantenmechanik be- schreibt, wie Elementarteil- chen miteinander in Wechsel- wirkung stehen, indem sie winzige Energiepakete aus- tauschen.

▷ Gemäß der allgemeinen Relati- vitätstheorie ziehen sich Massen untereinander an, in- dem sie Raum und Zeit verfor- men.

Beide Theorien strapazieren die Vorstellungskraft des Men- schen aufs äußerste. Beide beste- chen durch ihre brillante Ele- ganz. Und beide sind sie durch

subtilste Experimente bestätigt. Und doch verstört ein Schönheitsfehler die Physiker seit Einstein: Die beiden Theorien vertragen sich nicht miteinan- der. Quanten weigern sich, in einem durch Massen gekrümmten Raum zu le- ben. Und die Schwerefelder der Mas- sen entziehen sich hartnäckig jeder Be- schreibung durch Quanten.

Die ersehnte Synthese wäre nach der Überzeugung vieler Physiker gleichzei- tig Erfüllung und Ende ihrer Wissen- schaft – die Weltformel.

Seit Einstein und Heisenberg vor rund 60 Jahren die beiden Pfeiler der Physik errichteten, durchforschen ihre Nachfolger das All vom Anfang des Seins im Urknall bis zur Subwelt der Quarks nach Hinweisen, wie sie das Schwerefeld in Quanten zerhacken oder den Quanten einen verbogenen Raum erträglich machen könnten.

Die meisten Forscher erwarten von der Quantengravitation nur noch winzi- ge, fast nicht mehr meßbare Korrektu- ren der bekannten Naturgesetze. Auch Hawking verspricht sich von ihr nur noch den letzten Schliff, um die glei- bende Schönheit der Physik zu voll- enden.

Penrose jedoch ist überzeugt vom Gegenteil: Die Quantengravitation werde eine gewaltige Revolution des Naturbildes bedeuten, eine Umwälzung des Verständnisses von Raum und Zeit, von Ursache und Wirkung – sie würde den Weg weisen zum Verständnis von Kreativität und Bewußtsein. Natürlich



Kosmosforscher Hawking
Suche nach dem Schlupfloch ...

weiß auch Penrose nicht, wie die gesuchte Weltformel aussehen wird. Aber er legt den Finger auf das, was er für die verwundbare Stelle der Physik hält: die Zeit.

Wie kommt es, so fragt Penrose, daß alle physikalischen Elementarprozesse ebensogut rückwärts wie vorwärts ablaufen könnten, daß daraus aber dennoch eine Welt mit Zeitrichtung entsteht? Daß ein Bewohner der atomaren Welt keinerlei Möglichkeit hätte, zu entscheiden, ob er sich in Richtung Zukunft oder in Richtung Vergangenheit bewegt, während in der makroskopischen Welt jedes Kind schon nach wenigen Sekunden weiß, ob sich ein Filmprojektor im Kino falschrum dreht? Irgendwie scheint die Welt auf dem Weg vom Mikrokosmos zu komplexen Gebilden das Phänomen der Zeit zu gebären.

Alles eine Frage der Statistik, kontern die Physiker üblicherweise derlei Einwände. Von allen denkbaren Vorgängen entscheide sich die Welt für denjenigen mit der statistisch höchsten Wahrscheinlichkeit. Und da ein geordneter Zustand weit unwahrscheinlicher sei als das Chaos, fließe die Zeit in Richtung der größeren Unordnung.

Wenn aber die Welt somit gleichsam immer wahrscheinlicher wird, woher kommt dann die unermeßlich hohe Ordnung am Anfang? Der Urknall müßte nach dieser Vorstellung der Augenblick höchster Ordnung gewesen sein.

Genüßlich rechnet Penrose aus, wie unwahrscheinlich ein derart geordneter Weltanfang wäre – und kommt auf eine Zahl, die mehr Nullen hinter dem Komma hat, als sich Teilchen im Universum befinden. Der Schöpfer müßte mit schier unvorstellbarer Sorgfalt zu Werke gegangen sein. Die Bildung von Galaxien und Sternen, die Entstehung von Leben und die Menschwerdung wären nur der langsamen Zerstörung der unermeßlichen göttlichen Ordnung zu verdanken.



Komponist Mozart: ... für die Inspiration

Solch grenzenlose Vorausschau mag Penrose dem Schöpfer nicht zugestehen; nur der Physik traut er sie zu. Die Lösung aber werde vor allem eines: unsere Vorstellung von der Zeit umstürzen. Penrose zertrümmert die Zeit, um die Physik zu retten. Was für die Physiker die Quantengravitation ist, ist für die

Biologen die Frage nach dem Wesen des Bewußtseins. Der Mensch knackte den Erbcodem, er lauscht den elektrischen Pulsen der Nerven und entschleierte die Gesetze der Evolution. Doch das Hirn hütet noch immer sein größtes Geheimnis.

Auch Penrose ist sich darüber im klaren, daß er keinen festen Boden mehr unter den Füßen hat, wenn er sich an dieses andere der beiden großen Menschheitsrätsel wagt. Doch er ist überzeugt: Sie lassen sich nur gemeinsam entschlüsseln. Erst die Weltformel wird die Geheimnisse des Gehirns erschließen.

Der Schlüssel, so Penrose, ist auch hier die Zeit. Sie sei nichts als ein Konstrukt des Bewußtseins, eine Illusion, die dem Gehirn die Interpretation der Welt erst ermöglicht. Wenn Penrose recht hat, dann schilderte Newton nur eine Halluzination, die ihm die Droge Bewußtsein vorgaukelte, als er schrieb: „Die absolute, wahre und mathematische Zeit fließt von sich aus und vermöge ihrer Natur gleichförmig und ohne Rücksicht auf irgendwelche äußeren Dinge.“

In dem Moment der Erleuchtung erhascht das Bewußtsein einen Blick in eine andere zeitlose Welt der Wahrheiten, um anschließend das Erfaßte auf der Perlenkette der Zeit aufzufädeln.

„Dann faßt mein Geist die ganze Komposition, wie ein Blick meines Auges ein schönes Bild oder ein hübsches Mädchen erfaßt. Sie fällt mir nicht hintereinander ein, sondern in ihrer Gesamtheit“, schilderte Mozart die Momente, in denen seine „Seele vor Inspiration brennt“.

Der französische Mathematiker Henri Poincaré (1854 bis 1912) erinnerte sich, wie er bei einer Busfahrt in einem einzigen Moment, „als ich meinen Fuß auf das Trittbett setzte“, eine Eingebung hatte, die zu erläutern selbst Experten mindestens eine Stunde Zeit abgefordert hätte.

Penrose selbst entsinnt sich eines Augenblicks, als ihm, während er eine Straße überquerte und sich über ein ganz anderes Thema unterhielt, der Beweis für die Existenz Schwarzer Löcher zufiel. In den Augenblicken der Intuition, so behauptet er, bricht der Mensch aus der Zeit aus und gelangt in eine andere Welt, die er die platonische nennt. Geöffnet werden die Pforten dieser Welt von den Quanten der Gravitation.

Auch die Physik werde irgendwann bis in diesen Kosmos vordringen. Und dann läßt selbst Penrose wenig Hoffnung, daß der Mensch seinen technischen Geschöpfen überlegen bleiben wird. Denn wäre erst der Heilige Gral gefunden und die Weltformel entdeckt, so ließe sich auch ein bewußter Computer bauen.

Und für diese Kunstkreaturen nach neuer Physik, meint Penrose, „wäre es gegenüber uns sogar ein enormer Vorteil, daß sie nicht das Gepäck ihrer Abstammung mit sich herumschleppen müßten“.