



Ein künstliches Gehirn aus Bits und Bytes: Seit sieben Jahren versuchen Forscher in Lausanne, ein solches herzustellen. Sie simulieren Hirnstrukturen im Computer, um mehr darüber herauszufinden, wie unser Bewusstsein funktioniert. Das Endziel ihres «Blue Brain» ist ein künstliches Bewusstsein, das genau wie unseres funktioniert. Unmöglich, sagen Roger Penrose und sein Forschungskollege Stuart Hameroff. Und antworten mit ihrer «Orch-OR»-Theorie\*, die für viele weit unmöglicher wirken mag. Bewusstsein, so ihre revolutionäre und umstrittene These, entsteht nicht auf der Ebene neurologischer Prozesse, die man in einem Computer nachstellen kann. Dafür müsse man viel tiefer gehen.

# Der geniale Hutmacher Roger Penrose

**Nach über zehn Jahren ist Roger Penrose, einer der bedeutendsten Mathematiker und theoretischen Physiker unserer Zeit, wieder an der Biennale zu Wissenschaft, Technik und Ästhetik in Luzern zu Gast. Ein guter Grund, einen Blick in das Wunderland seiner Gedankenwelt zu wagen.**

*Von Elias Zimmermann*

Penrose entführt uns mit seinen Gedanken in ein Land, welches dem von Lewis Carrolls Alice in nichts nachsteht: Hinter dem Offensichtlichen und unter der Oberfläche des Gekanntes tun sich ungeahnte Dimensionen auf. Über den Grund unseres Bewusstseins, so Penrose, stolpere man nicht so einfach, indem man mithilfe ein paar mathematischer Gleichungen künstliche Synapsen feuern lasse. Aufbauend auf einer These des grossen Mathematikers Kurt Gödel behauptet Penrose, dass Bewusstsein sich überhaupt nicht mathematisch berechnen lasse. Bewusstsein habe immer auch das Unberechenbare in sich. Ist unser Wille also letztlich etwas Zufälliges und schliesslich Unvernünftiges? Das wäre ein vernichtender Skeptizismus, wenn uns Penrose stattdessen nicht einen Weg eröffnen würde, der den Kaninchenbau hinunter in die Welt der Quantenmechanik führt. Dort findet sich etwas, das sowohl Zufall als auch Grundla-

ge aller Vernunft enthalten könnte. Die allerkleinsten Teile, aus denen unsere Welt gebaut ist, lassen sich nicht mehr genau messen (die «Unschärferelation»), sie verändern sich sprunghaft in sogenannten «Quanten». Damit widersprechen sie der klassischen Physik und haben laut Penrose etwas mit unserem Bewusstsein gemeinsam: Sie sind unberechenbar und doch nicht völlig zufällig.

## **Kosmische Grundgesetze in unserem Gehirn**

Laut Penrose verweist nämlich jede unvollständige Messung auf Quantenebene auf eine bestimmte Krümmung der Raumzeit. Raumzeit, eine «Erfindung» in Albert Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie, ist die Vereinigung der drei räumlichen mit der zeitlichen Dimension. Sie beschreibt ein universelles Koordinatensystem, das sich durch jede Form von Energie verkrümmen kann. Diese Krümmung der Raumzeit wiederum unterliege, sehr vereinfacht ausgedrückt, Gesetzmässigkeiten, die überall in unserem Kosmos gültig sind. Penrose gelingt – oder misslingt laut seinen Kritikern – die Quadratur des Kreises: Er findet Gesetzmässigkeit im Unberechenbaren, um unser Bewusstsein zu erklären. Denn wenn unser Bewusstsein mit universellen Gesetzmässigkeiten der Raumzeit interagiert, greift unser Denken bereits in seinen kleinsten Strukturen auf allgemeingültige Wahrheiten zurück. Falls gezeigt werden kann, wie unser Gehirn direkt auf die Prozesse der Quantenmechanik zugreift, so wäre Penroses mathematische These auch in der Natur bewiesen.

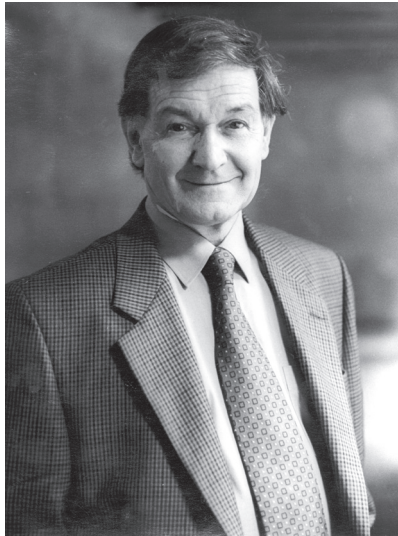
Hier kommt Penroses Mitstreiter zum Einsatz, der Hirnforscher Stuart Hameroff. Er hat festgestellt, dass Microtubuli, Bestandteile unserer Hirnzellen, wasserabweisende «Taschen» besitzen, die wiederum eine bestimmte Art von Elektronen enthalten. Elektronen, die wie gemacht dafür scheinen, mit quantenmechanischen Prozessen zusammenzuspielen. Ob das wirklich geschieht, ist in der Fachwelt umstritten. An der Biennale für Wissenschaft, Technik und Ästhetik wird Hameroff zugegen sein, um sich zusammen mit Penrose gegen einige ihrer grössten Kritiker zu verteidigen.

### Penrose zaubert die Zeit weg

Penroses Wunderland ist mit einer Berücksichtigung seiner Bewusstseinstheorie nicht fertig bereitet. Er wird an der Biennale auch mit seiner neuesten Theorie über den «konformen zyklischen Kosmos» aufwarten. Fast wie bei Alice wird hier Grosses ganz klein und Kleines ganz gross, die Zeit verschwindet und unendliche Weiten tun sich auf, um plötzlich zusammenschrumpfen.

Von der Quantenmechanik, die sich in den kleinsten (un-)vorstellbaren Räumen abspielt, schwenkt nun der Fokus auf die unendlichen Weiten des Weltalls. Es ist mittlerweile unbestritten, dass dieses sich aus einem Urknall entwickelt hat. Doch sobald gefragt wird, was vor dem Urknall war und was einst sein wird, wenn sich unser Universum maximal ausgedehnt hat, gehen die Meinungen der Physiker auseinander. Roger Penrose stellt sich gleich *beiden* meistdiskutierten Grundthesen entgegen: Weder dehne sich das Universum bis zum «Kältetod» linear aus, noch falle es irgendwann zusammen, um sich dann erneut durch einen Urknall aufzublähen. «Zyklisch» meint in seiner Theorie etwas anderes. Seine mathematischen Modelle besagen, dass sich das Universum so lange ausdehne, bis auch seine allerkleinsten Teile voneinander getrennt seien. Materie verliere alle ihre Eigenschaften, auch ihre Masse. Seit Einstein wissen wir, dass Masse mal Lichtgeschwindigkeit im Quadrat Energie bedeutet. Da Lichtgeschwindigkeit die einzige unverrückbare Konstante zur Zeitberechnung ist, müssen

mit dem Verschwinden der Masse auch Energie und Zeit verlustig gehen. Penrose: «Masselose Materie ist zeitlos», und deswegen werde sich im Rentenalter unseres Universums zusammen mit der Masse die Zeit im Nichts auflösen.



Er könnte die Art, wie wir über unsere Welt nachdenken, grundsätzlich verändern:  
Sir Roger Penrose. Bild zvg

### Ein Verkleinerungstrank für unser Universum

Mit Zeit und Masse verliert das Universum auch seinen räumlichen Massstab. Das Koordinatensystem zerfällt. Die Entfernung zwischen den Teilchen ist nicht mehr messbar, der Raum nicht mehr «skalierbar», wie der Mathematiker sagt. Was Mathematiker machen, um einen riesigen Raum übersichtlich darzustellen, nämlich

einfach die Abstände zwischen seinen Objekten zu verkürzen, das passiere nun ganz von alleine mit dem Universum: Alles sei extrem nah beieinander, weil es Entfernung nicht mehr gebe. Das ist kein «Zusammenbrechen» des Universums, es ist vielmehr so, als hätte es plötzlich einen Verkleinerungstrank getrunken. Indem sich so plötzlich alle Teilchen in einem einzigen Punkt konzentrieren, entsteht eine enorme Energie, wo vorher Stillstand war. Wo vorher keine Masse war, bündelt sich alle Masse des Universums. Nun beginnt die Zeit wieder zu arbeiten und die Materie dehnt sich in einem Urknall erneut aus. Der Zaubertrick: Nicht das Universum ist in einem Zyklus vergangen und entstanden, sondern die Zeit hat sich quasi «neu erfunden».

Wenn Penroses These stimmt und das Universum immer dasselbe bleibt, so sollten sich in der kosmischen Hintergrundstrahlung Hinweise dafür finden, dass es schon vor dem Urknall da war. Diese glaubt Penrose zusammen mit dem Kosmologen Vahe Gurzadyan entdeckt zu haben: ringförmige Strukturen, die auf die Kollision von schwarzen Löchern hinweisen. Fast einhellig jedoch führen Forschungskollegen die Ringe auf Nebeneffekte heutiger Messmethoden zurück. In einigen Jahren werden neue Daten vorliegen und Penrose wird erneut herausgefordert sein, sie in seinem Sinne zu interpretieren.

Der «verrückte Hutmacher» in Alices Wunderland bringt durchgedrehte Ideen unter seinem Hut hervor. Aber das ist nicht Alices, das ist Penroses Wunderland. Der Hut, aus dem er seine Ideen wie weisse Kaninchen zieht, hat noch die eine oder andere Überraschung parat. Penrose könnte die Art, wie wir über unsere Welt nachdenken, grundsätzlich verändern.

#### Schweizer Biennale zu Wissenschaft, Technik und Ästhetik 2012

ez. Bereits zum 9. Mal organisiert die Neue Galerie Luzern eine Biennale, deren wissenschaftliche Ausstrahlung weit über die Schweizer Grenzen hinausgeht und Besucher aus der ganzen Welt anzieht. Neben Roger Penrose (GB) und seinen Mitstreitern Stuart Hameroff (USA) und Vahe Gurzadyan (Armenien) sind dieses Jahr acht weitere hochrangige Wissenschaftler aus insgesamt fünf verschiedenen Ländern als Vortragende und Diskussionsgäste eingeladen.

1995 ins Leben gerufen, hat die Biennale bis heute das Ziel, verschiedene naturwissenschaftliche und nicht-naturwissenschaftliche Forschungsbereiche miteinander zu konfrontieren und dadurch neue Horizonte zu eröffnen. Sie will Interessierte aus breiten Kreisen der Bevölkerung, Wissenschaftler und Studenten vieler Fach- und Kunsthochschulen ansprechen.

Durch das Referendum der SVP wurden Beitragsleistungen der Stadt Luzern sistiert, die 15 Prozent des Gesamtbudgets ausmachen. Das Zurückhalten der Mittel gefährdet das Überleben und das Ansehen der Biennale.

**Das Grosse, das Kleine und der menschliche Geist – Teil 2: 31. März bis 2. April, Verkehrshaus Luzern. Infos und Vorverkauf: [www.neugalu.ch](http://www.neugalu.ch)**

\* Auf eine genaue Erläuterung der Begriffe «OR»-Theorie und «konformer zyklischer Kosmos» wurde der Einfachheit halber hier verzichtet. Nachzulesen sind Penroses Thesen in seinen empfehlenswerten populärwissenschaftlichen Büchern:

- Das Große, das Kleine und der menschliche Geist. Spektrum, Heidelberg 2002.

- Zyklen der Zeit. Eine neue ungewöhnliche Sicht des Universums. Spektrum, Heidelberg 2011.