

Spektrum

der Wissenschaft

Wie entstand das Universum?

Bekannte
Theorien auf
dem Prüfstand

(D) 9,80 EUR · (A/L) 9,80 EUR · (CH) 14,80 CHF
D6179E · Deutsche Ausgabe des SCIENTIFIC-AMERICAN

MIKROPROTEINE Dunkle Materie in unseren Zellen
LOGIK Neue Unendlichkeiten für die Mathematik
BIRKENPECH Der Heißkleber der Neandertaler



Spektrum der Wissenschaft **KOMPAKT**



Ob A wie Astronomie oder Z wie Zellbiologie: Unsere **Spektrum** KOMPAKT-Digitalpublikationen stellen Ihnen alle wichtigen Fakten zu ausgesuchten Themen als PDF-Download, optimiert für Tablets, zur Verfügung. Wählen Sie unter mehr als 400 verschiedenen Ausgaben und Themen.



Ausgewählte **Spektrum** KOMPAKT gibt es auch im Printformat!



Hier bestellen:

E-Mail: service@spektrum.de

[Spektrum.de/aktion/kompakt](https://www.spektrum.de/aktion/kompakt)



Manon Bischoff
Redakteurin

Fantastische Welten

Als Jugendliche fiel mir irgendwann das Buch »Eine kurze Geschichte der Zeit« von Stephen Hawking in die Hände. Das hat meine Leidenschaft für Physik entfacht – was ich damals niemals für möglich gehalten hätte. Das Buch wirkte für mich fantastischer als jeder Roman. Es eröffnete mir einen Blick auf unsere Welt, völlig unterschiedlich zu dem,

was ich bislang zu wissen glaubte. Auf kleinster Skala folgten Teilchen seltsamen Regeln, die der Intuition komplett widersprechen; und im Großen schien es nicht besser: eine biegsame Zeit, ein elastischer Raum, das Ende der Gleichzeitigkeit, das Zwillingssparadoxon. Ab da wusste ich – ich möchte all das verstehen.

Der Wissensdurst hat mich seither begleitet und in diesen wundervollen Job gebracht. Jeden Tag kann ich mich mit den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen auseinandersetzen. Besonders spannend ist es hierbei zu sehen, wie sich die Auffassungen verändern. Dachte ich noch vor einigen Jahren, während des Urknalls seien Zeit und Raum in einem winzigen Punkt entstanden und hätten sich seither unaufhörlich ausgedehnt, weiß ich nun, dass diese Anschauung inzwischen als längst überholt gilt.

Stattdessen könnte unser Kosmos innerhalb eines sehr viel größeren Universums entstanden sein, indem sich nur ein kleiner Bereich schlagartig aufblähte. Das besagt zumindest das gängige Inflationsmodell. Der Urknall ist demnach nicht die Geburtsstunde von Allem, sondern eine knappe Epoche, in der sich unser Universum kurzzeitig extrem rapide ausdehnte.

Doch es könnte auch ganz anders abgelaufen sein. Schließlich können wir mit unseren Teleskopen nicht so weit in die Vergangenheit zurückschauen. Wir müssen uns auf jene Daten verlassen, die uns zur Verfügung stehen – und die lassen mehrere Schlüsse zu. Damit haben Fachleute freie Fahrt, verschiedenste Szenarien zu entwerfen, solange sie zu den Daten passen.

So komme ich heute erneut an den Punkt, an dem sich mein Teenager-Ich befand: Ich sehe diverse Theorien und Modelle und lasse mich dadurch wieder in atemberaubende Welten mitreißen, welche die Fantasie beflügeln. Doch mit einem muss ich mich abfinden: Das Ende der Geschichte wird wohl für immer offen bleiben.

Eine spannende Lektüre wünscht

In dieser Ausgabe

Ordnung oder Chaos? Diese Frage stellt sich grundlegend auch für die Mathematik. Wie eine neue Art von Unendlichkeit bei der Antwort helfen könnte, erklärt **Philipp Lücke**, Mathematiker an der Universität Hamburg.



MINI-SHIRT: MARINA LADOS

INHALT

3 EDITORIAL

6 SPEKTROGRAMM

TITELTHEMA

12 Rasanter Start

Inzwischen können wir weit in die Frühzeit des Kosmos blicken. Doch eine Frage bleibt offen: Was trieb damals die extreme Ausdehnung an?

Von Sebastian Zell

18 Wie alles begann

Urknall, Big Bounce oder ein Spiegeluniversum: Die Theorien darüber, wie unser Universum ursprünglich entstand, sind vielfältig.

Von Sarah Scoles

FORSCHUNG AKTUELL

24 Das Paradoxon fehlender Information im Universum

Verbindet man Quantenphysik und Kosmologie, stößt man auf ein Universum, das überraschend simpel wirkt – zu simpel.

26 Jahrtausendealte indische Inschriften in Ägypten entdeckt

Graffiti im Tal der Könige belegen erstmals, dass bereits in der Antike Händler und Gesandte aus Indien bis tief ins Herz Ägyptens gelangt waren.

28 Das Rätsel um Europas tiefste Schlucht

Tief unter dem Atlantik liegt ein Riss in der Erdkruste, dessen Entstehung lange niemand erklären konnte.

32 Die dunkle Materie in unseren Zellen

12 Rasanter Start

29 Die seltsame Geschichte der goldenen Seide aus dem Meer

Ein rätselhaftes Tuch aus dem Meer, fein wie Seide und goldglänzend – aber erst ein Übersetzungsfehler machte die Muschelseide zur Legende.

MIKROPROTEINE

32 Die dunkle Materie in unseren Zellen

Das menschliche Genom enthält womöglich Tausende zusätzliche Bauanleitungen für Proteine, die in bisherigen Untersuchungen übersehen wurden.

Von Ewen Callaway

Schlichting!

40 Abgeschreckter Schaum

Beim Nudelkochen steigt eine Schaumschicht auf – und bricht in einer Kettenreaktion zusammen, sobald man den Deckel hebt.

LOGIK

42 Über die Unendlichkeit hinaus

SERIE: RÄTSELHAFTE UNENDLICHKEIT Neue Unendlichkeiten könnten erklären, ob das mathematische Universum chaotisch oder geordnet ist.

Von Philipp Lücke

PREMIUM NEW IMAGE / STOCK.ADOBE.COM
ERSTELLT MIT NIJ; BEARBEITUNG:
SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

YEWENIKHIL / STOCK.ADOBE.COM

ADAPTIVE RADIATION

50 Die erstaunliche Vielfalt der Buntbarsche

Wie konnten sich die Cichliden in den Afrikanischen Großen Seen in so kurzer Zeit in Tausende Arten auffächern?

Von Curtis Abraham

Springers Einwürfe

57 Markt und Staat im Klimawandel

THEORETISCHE VORHERSAGEN

58 Die simulieren doch nur!

Während die experimentelle Teilchenphysik im Labor Erfolge feiert, setzt die Theorie auf Superrechner.

Von Johanna Michaels

Die fabelhafte Welt der Mathematik

64 Warum »Good Will Hunting« Mathematiker ärgert

Dramaturgisch top, inhaltlich flop: Die Mathematik in dem Hollywood-Blockbuster ist denkbar schlecht gewählt.

Von Manon Bischoff

Freistetters Formelwelt

67 Wie viele Ableitungen braucht man zur Beschreibung der Welt?

BIRKENPECH

68 Der älteste Kunststoff der Welt

Mit Birkenrindenpech konnten bereits Neandertaler einen hervorragenden Heißkleber erzeugen.

Von Roland Knauer



COMEZORA / GETTY IMAGES / MOMENT, BEARBEITUNG: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

50 Die erstaunliche Vielfalt der Buntbarsche

66 IMPRESSUM

76 REZENSIONEN

80 Futur III

82 VORSCHAU

TITELBILD:
PREMIUM NEW IMAGE / STOCK.ADOBE.COM (ERSTELLT MIT KI);
BEARBEITUNG: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

68 Der älteste Kunststoff der Welt



J. LIPÁK / LANDESMIT FÜR DENKMALPFLEGE UND ARCHÄOLOGIE SACHSEN, ANHANG; BEARBEITUNG: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

Alle Artikel auch digital auf Spektrum.de

Auf »Spektrum.de« berichtet unsere Redaktion täglich aus der Wissenschaft: fundiert, aktuell, exklusiv.



RENE GREUTSCH, VISION OF ZACHARAS IN THE TEMPLE (HTPS://WWW.MUSEUMSINDELFRESSI
RENE GREUTSCH, VISION OF ZACHARAS IN THE TEMPLE (HTPS://WWW.MUSEUMSINDELFRESSI
BEARBEITUNG: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

Ein echter Rembrandt

Rembrandt van Rijn war einer der gefeierten Maler des niederländischen Barocks – des Goldenen Zeitalters im 17. Jahrhundert. Dem Künstler, der heute unter seinem Vornamen weltbekannt ist, konnten Experten des Rijksmuseum in Amsterdam ein Werk zuschreiben, das ihm Kunsthistoriker 1960 eigentlich aberkannt hatten: das Bild »Zacharias im Tempel«.

Seit ein privater Sammler das Gemälde 1961 erworben hatte, war über dessen Verbleib nichts mehr bekannt geworden – bis sein heutiger Besitzer es dem Museum zur Untersuchung überließ, wo es zwei Jahre lang erforscht wurde. Wie die Amsterdamer Fachleute mithilfe einer Röntgenmethode feststellten, entsprechen die im Bild verwendeten Farben, die Maltechnik und die Abfolge der Malschichten anderen frühen Arbeiten Rembrandts. Neben seiner Signatur hatte der Barockkünstler das Entstehungsjahr 1633 aufgemalt. Damals war Rembrandt 27 Jahre alt und stand am Anfang seiner Karriere, die er in seiner Heimatstadt Leiden begonnen und ab 1631 in Amsterdam

fortgesetzt hatte. Stilistisch passt das Werk in diese frühe Schaffenszeit des Künstlers. Zudem bestätigte eine dendrochronologische Untersuchung der bemalten Eichenholztafel das Entstehungsdatum. Auch sonst habe Rembrandt Tafeln ähnlicher Konstruktionsweise und mit ähnlichen Maßen verwendet.

Das Gemälde zeigt die Verkündigung an Zacharias aus dem Lukas-evangelium (1, 8–20): Der Priester Zacharias bringt im Tempel zu Jerusalem ein Rauchopfer dar, als ihn plötzlich der Erzengel Gabriel aufsucht und verkündet, dass er und seine Frau trotz ihres hohen Alters noch Nachwuchs haben werden. Ihr Sohn sollte kein Geringerer als der spätere Johannes der Täufer sein.

Zacharias selbst schaut im Bild ziemlich überrascht – »als Zacharias [den Engel] sah, erschrak er und es befahl ihn Furcht«, steht in der entsprechenden Bibelstelle. Rembrandt nutzte gerade solche Wendepunkte, »staetveranderinge« genannt, häufig als erzählerisches Mittel.