

Spektrum

der Wissenschaft

Neue Gesetze für den Kosmos?

Eine alternative
Theorie stellt die
Gravitation in Frage

BIOTECHNOLOGIE Die Gefahren von Spiegelorganismen
QUANTENGRAVITATION Eine neue Form der Raumzeit
LANDWIRTSCHAFT Ackern für Boden- und Klimaschutz

9,80 € (D/A/L) · 14,80 sFr. D6179E
Deutsche Ausgabe des SCIENTIFIC AMERICAN



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)

Wechselspiel statt Stillstand



Mike Zeitz
Redaktionsleiter
Physical Sciences

Das, was mir am Wissenschaftsjournalismus mit am meisten Freude bereitet, ist zugleich ein ständiges Risiko. Bei uns gehört es zum Tagesgeschäft, sich in ein Thema einzuarbeiten, von dem man zuvor nur eine grobe Ahnung hatte. Wie stelle ich also sicher, keine wesentlichen Aspekte zu übersehen, kein entscheidendes Argument unberücksichtigt zu lassen?

Einer der besten Tipps für gründliche Recherche stammt von meinem Kollegen Lars Fischer: »Wenn du nicht mindestens einmal deine Meinung geändert hast, hast du schlecht

recherchiert.« Denn so gut es sich anfühlen mag, von einer Sache überzeugt zu sein und diese Sichtweise mit anderen zu teilen – in Wirklichkeit ist es doch immer etwas komplizierter, als man denkt. Wer zusätzliche Informationen einholt, sollte damit neue Perspektiven einnehmen. Passiert das nicht, ist das oft ein Warnsignal: Vielleicht sammelt man gerade nur Fakten, die zu der Geschichte passen, die man erzählen will.

Dieser Bestätigungsfehler könnte aktuell die Kosmologie plagen und dort entscheidende Fortschritte verhindern. Unsere Titelgeschichte beschreibt die schwierige Lage: Der Großteil der Masse im Weltraum scheint unsichtbar zu sein, und niemand weiß, warum. Die Anhänger widerstreitender Theorien – das kosmologische Standardmodell auf der einen Seite und alternative Ansätze für die Schwerkraft auf der anderen – sammeln Beweise für ihre jeweilige Sicht. Was, wenn es beide Sichtweisen braucht, um zur Wahrheit zu finden?

Das soll nicht heißen, wissenschaftliche Fakten seien eine Frage der Perspektive. Die Regeln des Kosmos werden auch dann noch gelten, wenn keine Menschen mehr übrig sind, um über sie zu diskutieren. Nein, das Problem ist vielmehr: Niemand hat uns je die Naturgesetze auf steinernen Tafeln präsentiert; möglicherweise beherrschen wir bei einigen Themen noch nicht einmal die dafür nötige Sprache.

Das soll ebenso wenig heißen, alles sei gleichermaßen unsicher oder dass die Wahrheit immer in der Mitte liege – oft hat eine Seite einfach Unrecht. Das mag auch in der Kos-

mologie so sein. Sobald ein Teilchen der Dunklen Materie entdeckt wird, könnten alternative Gravitationstheorien als Fußnoten enden.

Aber bisher tut sich nichts. Deshalb frage ich mich: Beharren viele Menschen derart fest auf ihrer Position, weil das Fundament solide ist – oder weil sie dort ihre Schuhe einbetoniert haben? Wenn man auf der Suche nach Erkenntnis seit Jahrzehnten auf der Stelle tritt, könnte es helfen, den eigenen Standpunkt zu verlassen und aufeinander zuzugehen. Selbst wenn die ersten Schritte unbequem sind.

Eine erhellende Lektüre wünscht Ihnen

In dieser Ausgabe

Gemeinsam mit 37 weiteren Fachleuten hat **Sebastian Oehm** im Fachmagazin »Science« vor den Gefahren gewarnt, die von künstlich erzeugten Spiegelorganismen ausgehen. Im Interview erläutert der Experte für Synthetische Biologie, was es damit auf sich hat.



JEAN-LUC BEZANET, MIT FROH-GEN VON SEBASTIAN OEHM

Im Rahmen unserer Serie »Quantengravitation« erläutert der Physiker **Manuel Hohmann** in dieser Ausgabe die Theorie der teleparallelen Gravitation. Ihr zufolge können Raum und Zeit nicht nur gekrümmt, sondern auch anders verformt sein.



ANDRES TENINUS, UNIVERSITÄT TARTU

3 EDITORIAL

6 SPEKTROGRAMM

TITELTHEMA

12 **Neue Gesetze für die Schwerkraft?**

Eine alternative Theorie sorgt für Diskussion in der Kosmologie.

Von Johanna Michaels

FORSCHUNG AKTUELL

20 **Was unsere Ohren mit Fischkiemen zu tun haben**

Die zu Grunde liegenden Gene haben eine gemeinsame Geschichte.

22 **Als Fundament der Physik reicht die Zeit**

Zur Vermessung der Welt genügt laut einem Forschungsteam allein die Einheit Sekunde.

24 **Arktischer Klimawandel beginnt, sich selbst zu verstärken**

Einst eine große Senke für Treibhausgase, ist die Arktis nun kohlendioxidneutral.

25 **Amulett ist ältestes christliches Zeugnis nördlich der Alpen**

Die Ausbreitung des Christentums in den nördlichen Provinzen muss neu bewertet werden.

27 **Verloren geglaubter Hörsinn nimmt Schwingungen wahr**

Geckos nutzen einen Teil des Gleichgewichtsorgans, um Vibrationen wahrzunehmen.

SPRINGERS EINWÜRFE

29 **Der Preis digitaler Intelligenz**

TELEPARALLELE GRAVITATION

30 **Reine Formsache**

SERIE: QUANTENGRAVITATION (TEIL 2) Materie könnte die Raumzeit nicht nur krümmen, sondern auch verdrehen oder verzerren.

Von Manuel Hohmann

IM BILD

40 **Ausgelöscht**

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

SINNE

42 **Wie wir Düfte wahrnehmen**

Fachleute kommen dem Mechanismus auf die Spur, mit dem wir Gerüche wahrnehmen.

Von Kerri Smith

48 IMPRESSUM

INTENSIVLANDWIRTSCHAFT

50 **Die Welt muss Boden gut machen**

Durch Intensivlandwirtschaft degradierte Böden sind auf die Klimakrise schlecht vorbereitet.

Von Roland Knauer

PFLANZENZUCHT

56 **Effiziente Raumentrennung**

Eine besondere Form der Fotosynthese könnte Ackerpflanzen im Klimawandel stärken.

Von Stefan Parsch

EINE PRISE CHEMIE

61 **Knoblauchduft und Chilischärfe**

Zutaten in Fett zu erhitzen gehört zum Geheimnis vieler erfolgreicher Rezepte.

Von Verena Tang

BIOTECHNOLOGIE

64 **»Spiegelbakterien bergen beispiellose Risiken«**

Fachleute warnen davor, Mikroorganismen aus spiegelverkehrten Molekülen zu konstruieren.

Von Frank Schubert

SCHLICHTING!

70 **Mit der Schwerkraft nach oben**

Der wahre Kern des indischen Seiltricks.

72 REZENSIONEN

FREISTETTERS FORMELWELT

79 **Routenplaner fürs Sonnensystem**

80 FUTUR III

82 VORSCHAU



12 **Neue Gesetze
für die Schwerkraft?**

ERIC LOWENBACH / GETTY IMAGES / MOMENT



30 **Reine Formsache**

SAKKIESTERNE / GETTY IMAGES / ISTOCK



42 **Wie wir Düfte
wahrnehmen**

P. MONTA, DEPT. OF FARROW, UNIVERSITY LA SPIENZA, ROMA / SCIENCE PHOTO LIBRARY



50 **Die Welt muss
Boden gut
machen**

IVAN KMIT / STOCKADORE.COM



64 **»Spiegelbakterien
bergen beispiellose
Risiken«**

JEZPERGAUZEN / GETTY IMAGES / ISTOCK



Alle Artikel auch digital
auf **Spektrum.de**

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

Virtual Reality für Nager

Virtual Reality ist nicht nur etwas für Menschen: Ein Forschungsteam der Cornell University hat eine Mini-VR-Brille für Mäuse gebaut. Damit möchte es das Verhalten der Tiere sowie neuronale Prozesse in Situationen untersuchen, die normalerweise schwer im Labor nachzustellen sind. Mit den »Mouse Goggles« können die Tiere in virtuelle Welten eintauchen. Dabei werden die Augenbewegungen der Mäuse sowie ihre Reaktion und Hirnaktivität gemessen.

Um die VR-Brille kostengünstig zu realisieren, setzten die Forscher auf bereits existierende Technik: Teile stammen von alten Smartwatches, etwa Displays und winzige Linsen. Die VR-Brille deckt das gesamte Sichtfeld der Nager ab und bietet so ein vollständiges immersives Erlebnis.

In einem der Experimente simulierte die Brille einen herannahenden Raubvogel mit einem dunklen Fleck. Die Mäuse zeigten daraufhin deutliche Schreckreaktionen – ein Hinweis darauf, dass sie die virtuelle

Umgebung als realistisch wahrnahmen. Bei bisherigen Versuchsaufbauten war dies nicht immer gegeben: Hierbei wurden die Tiere etwa auf ein Laufband gesetzt, das von Bildschirmen umgeben war. Manche Mäuse reagierten in solchen Settings kaum oder gar nicht auf entsprechende Reize.

Laut den Wissenschaftlern ermöglicht die Technologie aber nicht nur realistischere Verhaltensstudien. Sie könnte auch genutzt werden, um Hirnerkrankungen wie Alzheimer zu erforschen. So ließe sich in weiteren VR-Experimenten die räumliche Orientierung und Gedächtnisleistung bei Mäusen mit solchen Krankheitsbildern untersuchen.

Nature Methods 22, 2025



