

INHALT

MYSTERIÖSER KOSMOS

INHOMOGENITÄTEN

6 **Rütteln am kosmologischen Prinzip**

Einzelne Beobachtungen scheinen der Grundannahme zu widersprechen, der Weltraum sei im Großen und Ganzen überall gleich beschaffen.

Von Charlie Wood

WECHSELWIRKUNGEN

12 **Spuren der Dunklen Materie**

Astrophysikalische Phänomene bieten eventuell die beste Chance, etwas über die Natur des unsichtbaren Stoffs zu erfahren.

Von Chanda Prescod-Weinstein

FERMI-PARADOXON

20 **Der galaktische Archipel**

Falls es außerirdische Zivilisationen in der Milchstraße gibt, wieso haben wir dann noch nichts von ihnen mitbekommen?

Von Caleb Scharf

RADIOBLITZE

28 **Seltsame Strahlungspulse**

Immer wieder ereignen sich rätselhafte Ausbrüche von Radiostrahlung. Mit spezialisierten Teleskopen suchen Fachleute nach den Ursachen.

Von Adam Mann

UNWIRTliche NACHBARSCHAFT

ERDMOND

32 **Aufbruch ins eisige Schattenreich**

In ewig dunklen Kratern an den Polen unseres Mondes liegt gefrorenes Wasser. Roboter und sogar Menschen sollen dorthin vordringen.

Von Jonathan O'Callaghan

RAUMFAHRT

38 **Grenzgänger des Sonnensystems**

Die Voyager-Sonden sind weiter gereist als jedes andere menschengemachte Objekt. Doch ein baldiges Ende der Mission ist unabwendbar.

Von Tim Folger

SONNENAKTIVITÄT

50 **Gefahr durch solare Superstürme**

Teilchenschauer können irdische Technik beschädigen. Solche Ereignisse fallen mitunter stärker aus als gedacht.

Von Jonathan O'Callaghan

6 **Rütteln am kosmologischen Prinzip**

NASA'S GODDARD SPACE FLIGHT CENTER CONCEPTUAL IMAGE LAB



28 **Seltsame Strahlungspulse**

SCS: ILLUSTRATION: CHRISTOPH LINDTNER 2009/2014

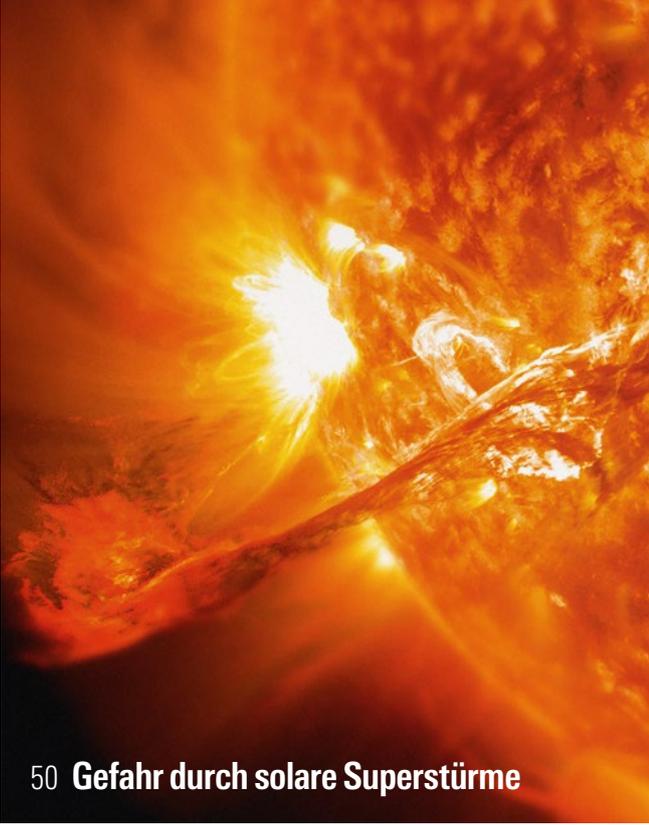


38 **Grenzgänger des Sonnensystems**

NASA/JPL-CALTECH (PIA17462); HINTERGRUND: ESA (WWW.ESA.ORG/PUBLIC/GEMANY/IMAGES/PIA173594/) CC BY 4.0 (INTERNETWISSENSCHAFTLEKENSCHEN/PIA17462); BEARBEITUNG: SPEKTRUM/DER WISSENSCHAFT



NASA'S GODDARD SPACE FLIGHT CENTER (SFS/GSFC; NASA GOV/1099)



50 Gefahr durch solare Superstürme



64 Grenzen von Raum und Zeit

KEVIN BRUNN, MONOLITHIC STUDIOS

SELTSAME SINGULARITÄTEN

QUANTENGRAVITATION

56 Inselhopping über den Ereignishorizont

Ein hartnäckiges Rätsel über Schwarze Löcher lässt sich lösen, wenn ihr Inneres durch Wurmlöcher miteinander verbunden ist.

Von Ahmed Almheiri

QUANTENKOSMOLOGIE

64 Grenzen von Raum und Zeit

Sowohl bei Schwarzen Löchern als auch beim Universum als Ganzes gibt es Regionen, in die wir nicht blicken können. Hängt beides zusammen?

Von Edgar Shaghoulian

RADIOASTRONOMIE

70 Der dunkle Kern der Milchstraße

Beobachtungen des supermassereichen Mittelpunkts der Galaxis werden helfen, solche Objekte besser zu verstehen.

Von Seth Fletcher

PLASMADYNAMIK

76 Galaktische Getriebe

Rückkopplungen zwischen Schwarzen Löchern und ihrer Umgebung könnten der Schlüssel zur Sternentstehung sein.

Von Thomas Lewton

RUBRIKEN

3 EDITORIAL

27 IMPRESSUM

82 VORSCHAU

Titelbild:

A. Simonnet (Sonoma State Univ.) and NASA's Goddard Space Flight Center; Bearbeitung: Spektrum der Wissenschaft

NASA, ESA, S. BAUM AND C. O'DEA (RT), R. PERLEY AND W. COTTON (IR/RA/DU/MS/F), AND THE CREATIVE COMMONS BY/NC/ND/4.0 ILLUSTRATION; BEARBEITUNG: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT



76 Galaktische Getriebe

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

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

