

SCHWERKRAFTMONSTER

Schwarzes Loch bricht Rekorde

Astronomen entdeckten ein stellares Schwarzes Loch mit mindestens 24 Sonnenmassen. Es ist damit das bislang massereichste bekannte Objekt, das aus dem Tod eines Sterns hervorging.

Im November 2006 stießen Wissenschaftler mit Hilfe des Weltraumteleskops Chandra auf eine in ihrer Helligkeit stark variierende Röntgenquelle in der Zwerggalaxie IC 10. Ein Stern, der periodisch vor einem aktiven Schwarzen Loch entlangläuft und es regelmäßig verdeckt, würde ein solches Muster verursachen. Mit dem

Satelliten Swift bestätigten die Forscher wenig später ihren Verdacht. Anhand des Orbits und der Dynamik des Begleitsterns schloss nun ein Team um Andrea Prestwich vom Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, dass das Schwarze Loch in dem rund zwei Millionen Lichtjahre entfernten System zwischen 24 und 33 Sonnenmassen besitzt. Sein Vorgängerstern brachte es wohl mindestens auf die doppelte Masse.

Bevor massereiche Sterne am Ende ihres Lebens explodieren, sollten sie durch starke Teilchenwinde viel Materie verlieren. Be-

rechnungen zufolge können Sterne in Sonnenumgebung, die massereicher als 15 bis 20 Sonnenmassen sind, keine Schwarzen Löcher hinterlassen. Im Gegensatz zur Galaxis ist IC 10 jedoch arm an schweren Elementen und so womöglich auch die Sterne darin. Dies könnte zu einem vergleichsweise geringen Masseverlust geführt haben, vermuten die Wissenschaftler.

Erst kürzlich stellten Forscher ein stellares Schwarzes Loch vor, das mit 16 Sonnenmassen zuvor den Rekord gehalten hatte. Selbst dies ist »theoretisch zu schwer«. <<

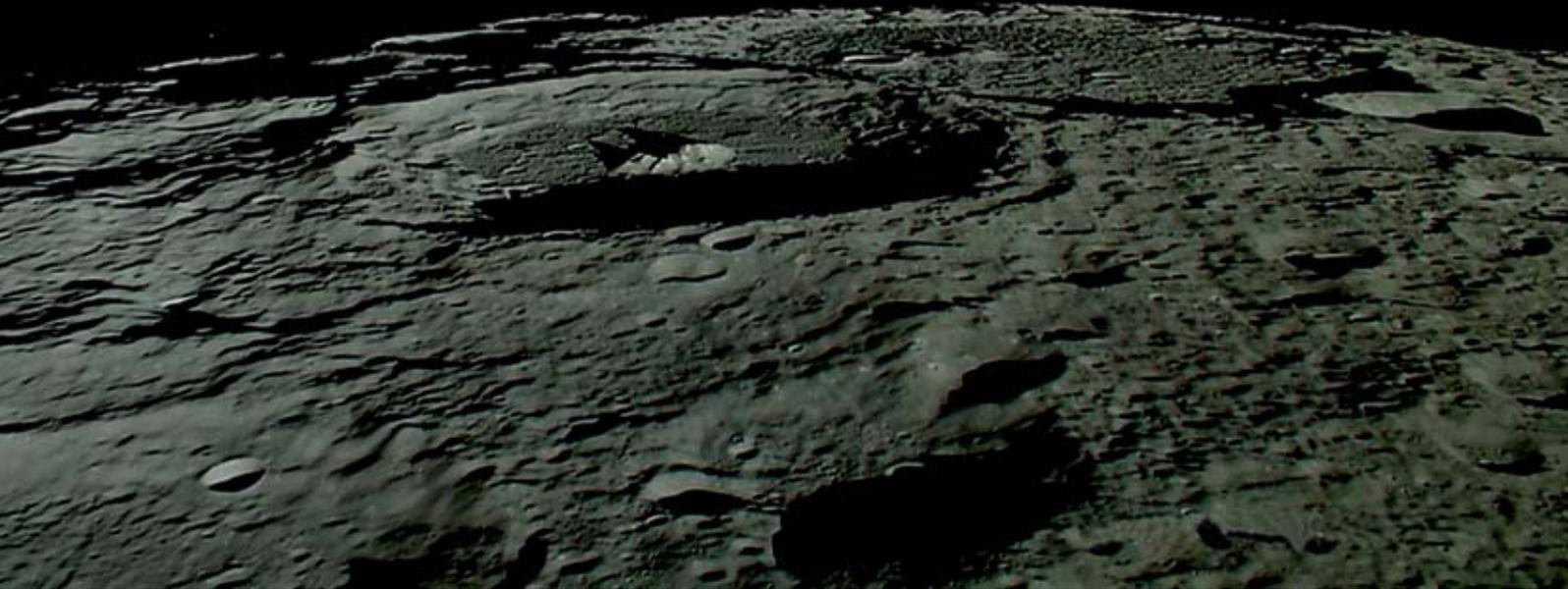


WALLPAPER unter astronomie-heute.de/wallpaper

ILLUSTRATION: AURORE SIMONNET, SONOMA STATE U. / NASA



Die japanische Mondsonde Kaguya filmte die Erde und diese Kraterlandschaft nahe dem lunaren Nordpol.



JAXA / NHK

MOND Unter doppelter Beobachtung

Am 18. Oktober 2007 erreichte die japanische Sonde Kaguya ihre endgültige Umlaufbahn um den Mond. Wenig später nahm die japanische Weltraumbehörde Jaxa die ersten Clips im HDTV-Format auf. Alle zeigen Gebiete in der Nähe des lunaren Nordpols – von der Erde aus gesehen liegen diese am äußersten Rand der sichtbaren Seite des Erdtrabanten.

Die hochauflösende Videokamera an Bord von Kaguya ist kein wissenschaftliches Forschungsinstrument. Jaxa und die

staatliche japanische Fernsehanstalt NHK entwickelten sie speziell für die Öffentlichkeitsarbeit.

Mit einer Rakete vom Typ Langer Marsch IIIa startete am 24. Oktober 2007 auch die erste von drei geplanten chinesischen Mondsonden: der Orbiter Chang'e-1. Ziel der Mission ist die genaue Untersuchung der Mondoberfläche, sowohl was die Beschaffenheit als auch, was die Topologie angeht. Zu diesem Zweck ist Chang'e, benannt nach der Mondgöttin einer alten chine-

sischen Sage, unter anderem mit Laserhöhenmesser, Stereokameras und Spektrometern ausgerüstet. Insgesamt trägt er acht Instrumentenpakete an Bord.

Die Sonde soll den Erdtrabanten lediglich umkreisen, ihre Nachfolger werden jedoch auf der Oberfläche aufsetzen und mit einem Rover an verschiedenen Stellen Bodenproben nehmen, die dann mit einer Rückkehrkapsel zur Erde gebracht werden sollen. Das dreiteilige Programm wird sich bis zum Jahr 2020 erstrecken. <<

RELATIVITÄTSTHEORIE Zeitdilatation erneut bestätigt

Mit bislang unerreichter Genauigkeit bestätigten Physiker einen Effekt, der von der Speziellen Relativitätstheorie vorhergesagt wird.

Laut Albert Einstein tickt eine bewegte Uhr langsamer als eine identische Uhr in Ruhe, was er als Zeitdilatation bezeichnete. So würde ein Zwilling, der mit hoher Geschwindigkeit durch das All reist, bei seiner Rückkehr jünger sein als sein Geschwister, das währenddessen auf der Erde verweilte. An Stelle von Zwillingen nahm das Team

um Gerald Gwinner von der University of Manitoba im kanadischen Winnipeg zwei Atome. Diese brachten sie in einem Teilchenbeschleuniger am Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg auf Geschwindigkeiten von rund 10 000 Kilometern pro Sekunde. Das Alter der Atome bestimmten die Forscher, indem sie das von ihnen abgestrahlte Licht mittels Laserspektroskopie untersuchten.

Durch die enorme Geschwindigkeit der Teilchen tritt eine Doppler-Verschiebung

der Spektrallinien auf, aus der sich die Zeitdilatation ableiten lässt. Ihre Ergebnisse bestätigten, dass die Zeit für die Atome genau in dem von Einstein vorhergesagten Maße langsamer vergangen war als in der ruhenden Welt.

Die Zeitdilatation spielt auch im Alltag eine Rolle, etwa beim Global Positioning System (GPS). Die Satelliten messen die Position eines Objekts auf der Erde, müssen dabei aber ihre eigene Geschwindigkeit berücksichtigen. <<

SUPERNOVAE Eine ungewöhnliche Sternexplosion

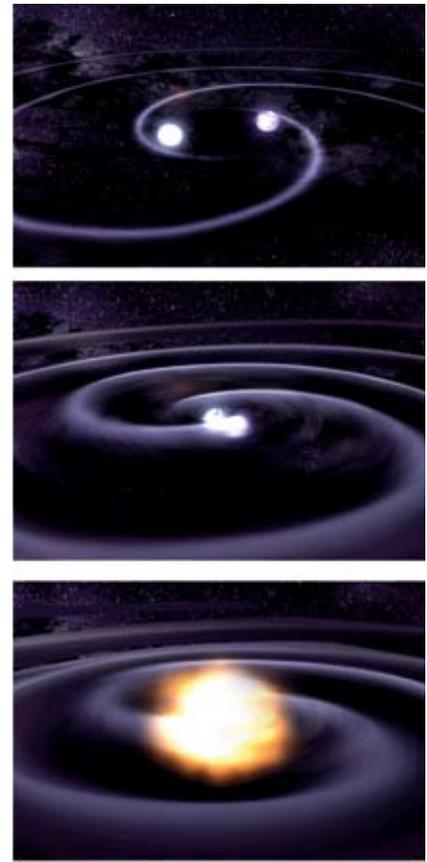
Ungewöhnliche Beobachtungen an der Supernova SN 2006gz gelangen Astronomen vom Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics in Massachusetts. Demnach wurde die im vergangenen Jahr entdeckte Sternexplosion durch die Kollision zweier Weißer Zwerge verursacht.

Die beiden Weißen Zwerge bildeten einst ein Doppelsternsystem. Im Lauf der Zeit kreisten sie immer enger umeinander und verschmolzen schließlich. Dies war offenbar der Auslöser für die Explosion. Wissenschaftler unterscheiden zwischen Supernovae vom Typ I und II. Bei Typ II stürzt ein massereicher Stern in sich zusammen und stößt kurz darauf seine Hüllen ab. Unter den Explosionen vom Typ I ist der Typ Ia am bekanntesten; hier »saugt« ein Weißer Zwerg Wasserstoffgas von einem Begleitstern ab und wird immer massereicher. Sobald er die Chandrasekhar-Grenze von 1,44 Sonnenmassen überschreitet, kollabiert er unter seiner eigenen Schwerkraft, was eine rasante Kernfusion und damit die Detonation auslöst (AH 4/2003, S. 28).

Die Supernova 2006gz wurde zunächst dem Typ Ia zugeordnet. Jedoch stellte sich bei Analysen ihres Spektrums heraus, dass sie sehr viel Kohlenstoff freigesetzt hat. Zudem fanden die Forscher Hinweise auf komprimierte Siliziumschichten. Sie nehmen an, dass das Silizium während der Explosion erzeugt und dann von einer Stoßwelle zusammengepresst wurde. Computersimulationen zeigen, dass beide Signaturen bei einem Zusammenstoß von Weißen Zwergen auftreten.

Außerdem deutet die Helligkeit der Supernova darauf hin, dass der Stern kurz vor seiner Detonation die Chandrasekhar-Masse deutlich überschritten hat. Da ein einzelner Stern diese Grenze nicht überschreiten kann, ist das ein weiterer Hinweis darauf, dass hier zwei Weiße Zwerge kollidierten. <<

Zwei Weiße Zwerge umkreisen sich auf immer enger werdenden Bahnen, bis sie schließlich verschmelzen und eine Supernova auslösen.



Thema der Woche



e.on
Neue Energie



Fünf Gasriesen umkreisen den 41 Lichtjahre entfernten Stern 55 Cancri.

ILLUSTRATION: NASA/JPL / CALTECH

EXOSYSTEM Gut bestückt

Um den 41 Lichtjahre entfernten Stern 55 Cancri im Sternbild Krebs kreisen nicht nur die vier schon bekannten Planeten, sondern noch ein weiterer, berichten Debra Fischer von der San Francisco State University in Kalifornien und ihre Kollegen.

Der Neufund umläuft seinen Stern in kaum größerem Abstand als die Venus unsere Sonne und befindet sich damit in einer Zone, die gemäßigte Oberflächentemperaturen zulässt. Der fünfte 55-Cancri-Begleiter liegt mit 45 Erdmassen in einer Gewichtsklasse zwischen Neptun und Saturn und ähnelt demnach mit großer Wahrscheinlichkeit unseren Gasriesen.

Das System um den von der Erde aus mit bloßem Auge gerade noch sichtbaren 55 Cancri ist damit das planetenreichste aller derzeit bekannten Exosysteme. Um den Stern waren seit dem Jahr 2002 vier Planeten mit Hilfe der Radialgeschwindigkeitsmethode entdeckt worden (siehe AH 7-8/2007, S. 16). Diese nutzt aus, dass die Schwerkraft eines Planeten ein periodisches Wackeln des Sterns verursacht. Die re-

sultierende Doppler-Verschiebung der Spektrallinien des Sterns gibt den Astronomen dann Aufschluss über Masse und Bahnparameter eines im Orbit befindlichen Begleiters. Der nun mit derselben Methode gefundene 55 Cancri f läuft zwischen den schon bekannten drei großen, sonnennahen Gasplaneten und einem unserem Jupiter ähnlichen äußeren Objekt.

Weil der sonnenähnliche 55 Cancri geringfügig schwächer strahlt als unser Zentralgestirn und sein vierter Planet ihm etwas näher ist als die Erde der Sonne, sollten dort Temperaturen herrschen, die theoretisch flüssige Wasserreservoirs auf der Oberfläche zulassen. Solche könnten sich allerdings nicht auf dem Gasplaneten selbst, sondern nur auf einem hypothetischen Mond bilden; dieser müsste zudem etwa marsgroß sein, damit sich dort Wasser auf Dauer halten kann. An dem Vorhandensein von Gewässern entzündet sich die Fantasie von Astrobiologen, weil sie eine der Voraussetzungen für die Entwicklung von irdischem Leben waren. <<

MAGNETFELDER Sterne haben den Dreh raus

Erstmals konnten Wissenschaftler der University of Hertfordshire in England die schraubenförmige Struktur des Magnetfelds nachweisen, das einen entstehenden Stern umgibt.

Interstellare Gaswolken verdichten sich durch die Gravitation und kollabieren schließlich zu einem kompakten Objekt. Je kleiner die Gaswolke wird, desto schneller drehen sich der werdende Stern und die ihn umgebende Scheibe aus Gas und Staub – vergleichbar mit einem Eiskunstläufer, der während einer Pirouette seine ausgestreckten Arme an den Körper zieht. Um vollständig schrumpfen zu können, muss der Protostern zunächst einen Teil seiner Rotationsenergie loswerden.

Bislang spekulierten Wissenschaftler nur, dass das Magnetfeld einen Teil des Drehimpulses abtransportiert. Demnach ordnen sich die magnetischen Feldlinien durch die schnelle Rotation zunächst spiralförmig an. In diesen »Magnetfeldschläuchen« wird dann Materie und damit ein Teil der Rotationsenergie vom Protostern wegbefördert. Das passiert in zwei gerichteten Partikelstrahlen, die aus seiner Gas- und Staubscheibe ins All hinauschießen.



Ausschnitt des Eta-Carinae-Nebels

NASA / ESA, STSC / UC BERKELEY, NATHAN SMITH

Antonio Chrysostomou und sein Team untersuchten nun das junge stellare Objekt HH 135-136, das fast 9000 Lichtjahre entfernt im Eta-Carinae-Nebel liegt. Insbesondere interessierte sie die von der ausgeworfenen Materie abgesandte Strahlung. Die Lichtwellen darin schwingen in einer bestimmten Ebene senkrecht zu ihrer Ausbreitungsrichtung. Dieses Polarisationsmuster erfassten die Forscher und ließen die Daten in Computermodelle einfließen. Um das beobachtete Muster zu erklären, muss das Magnetfeld entlang der Partikelstrahlen tatsächlich spiralförmig sein, berichteten sie. <<

KOSMISCHE STRAHLUNG Ursprung aufgeklärt?

Forscher des Pierre-Auger-Observatoriums in Argentinien haben starke Hinweise darauf gefunden, dass die energiereichen Partikel der Kosmischen Strahlung aus Aktiven Galaktischen Kernen (AGNs) stammen. Diese beherbergen ein supermassereiches Schwarzes Loch, das Gas und Staub aus seiner Umgebung um sich ansammelt und verschlingt.

In so genannten Jets wird ein Teil der Materie allerdings mit enormen Energien ins All zurückgeschleudert. Treffen Teilchen daraus auf Gasatome in der Erdatmosphäre, zerfallen sie kaskadenartig in eine Vielzahl anderer Partikel. Diese Luftschauer fingen die Wissenschaftler am Pierre-Auger-Observatorium in den vergangenen Jahren mit Hilfe von 1600 Wasserkanistern auf, die sich über eine Fläche von etwa 3000 Quadratkilometern erstrecken.

Zusätzlich wiesen sie mit 24 Teleskopen fluoreszierende Blitze nach, die entstehen, wenn ein Luftschauer durch die Atmosphäre huscht. So entdeckten sie fast eine Million solcher Teilchenfluten. Aus Richtung

und Energie der Bestandteile rekonstruieren sie die Eigenschaften des eigentlichen Auslösers.

Nur 27 der eintreffenden Geschosse besaßen eine Energie von über 57 Trillionen (10^{18}) Elektronenvolt. Damit waren sie so schnell, dass sie kaum von kosmischen Magnetfeldern abgelenkt wurden. Die Physiker konnten ihren Ursprung deshalb bis auf ein Prozent genau bestimmen. Danach stammen zwanzig von ihnen aus einer Richtung, in der Aktive Galaktische Kerne vermutet werden. Kämen die Strahlen zufällig aus irgendeiner Richtung, so sollten höchstens sechs von ihnen mit den Positionen der AGNs übereinstimmen, argumentieren die Forscher. Welche physikalischen Prozesse die Teilchen auf derart hohe Geschwindigkeiten beschleunigen, ist bis jetzt unklar.

Das bislang energiereichste Projektil wurde 1991 nachgewiesen – seine Energie lag bei 300 Trillionen Elektronenvolt. Zum Vergleich: Sichtbares Licht hat eine Energie von etwa drei bis vier Elektronenvolt, Rönt-



PIERRE AUGER OBS

Ein Detektor des Pierre-Auger-Observatoriums mit den Anden im Hintergrund

genstrahlen besitzen rund eintausend bis eine Million Elektronenvolt. Ein derartiges Geschoss würde sich wie ein schnell geworfener Ball auf dem Kopf eines Getroffenen anfühlen. <<

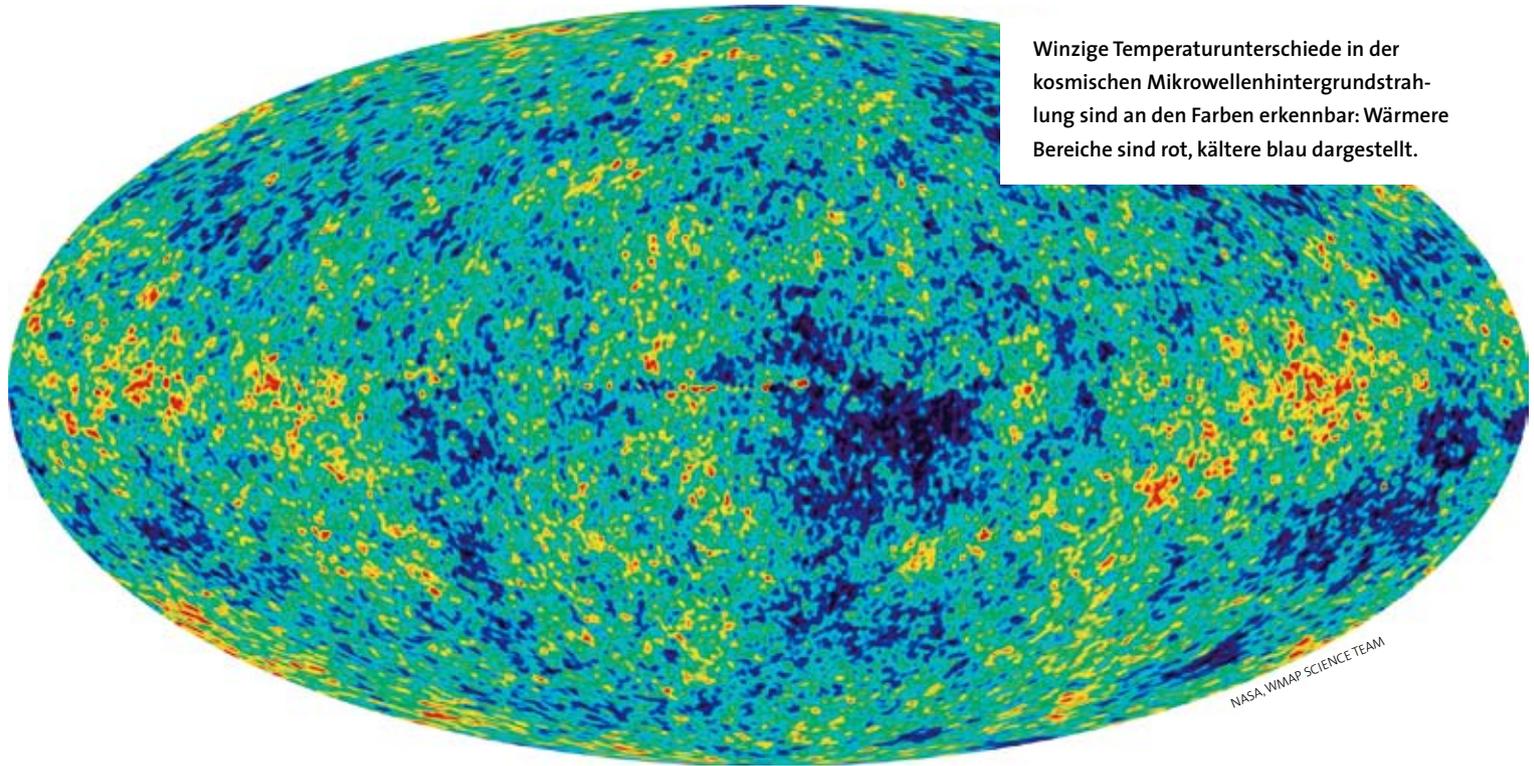


Bei erneuerbaren Energien sind wir in unserem Element.

Für die sichere und umweltfreundliche Energieversorgung von morgen werden erneuerbare Ressourcen immer wichtiger. Weil sie unerschöpflich sind. Deshalb setzen wir bereits seit Jahren alle unsere Energie daran, Wind, Wasser, Sonne und auch Biomasse effektiv zu nutzen. Allein in Deutschland können wir mit unseren modernen Wasserkraftwerken, Windparks oder Bio-Gasanlagen bereits jetzt so viel Strom aus erneuerbaren Energien erzeugen, dass eine Millionenstadt wie Berlin damit versorgt werden könnte. Und in Zukunft wollen wir noch viel mehr in alternative Ideen investieren. Damit Ihre Energie auf Dauer gesichert ist.

Mehr zu unserem Engagement für erneuerbare Energien erfahren Sie unter www.eon.com

e-on
Neue Energie



Winzige Temperaturunterschiede in der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung sind an den Farben erkennbar: Wärmere Bereiche sind rot, kältere blau dargestellt.

KOSMOLOGIE Wird die Hintergrundstrahlung falsch interpretiert?

Die kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung ist womöglich von bisher nicht identifizierten Radioquellen aus der Milchstraße überlagert. Das behauptet Gerrit Verschuur von der University of Memphis. Falls der Radioastronom Recht hat, sind die gängigen Theorien über die Entwicklung des Kosmos in Frage gestellt. Denn aus dem Muster dieser Strahlung leiten die Kosmologen die Frühgeschichte des Universums ab.

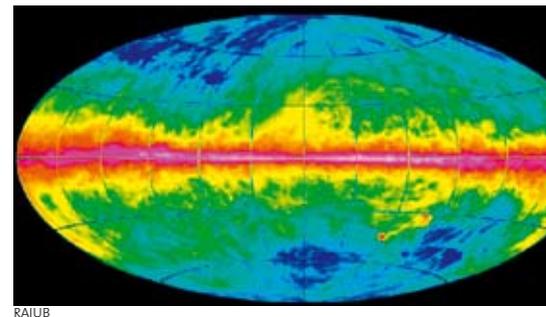
Die Mikrowellen erreichen uns fast gleichförmig aus allen Himmelsrichtungen. Nach heutiger Vorstellung entstanden sie etwa 380 000 Jahre nach dem Urknall, als sich Protonen und Elektronen im Weltall zu elektrisch neutralem Wasserstoff verbunden. Von da an wurde das Licht nicht mehr an den Elektronen gestreut und konnte sich weit gehend ungehindert ausbreiten.

Kosmologen betrachten diese Strahlung als »Fingerabdruck« des frühen Universums. Besonders interessant ist, dass ihre Temperatur nicht überall am Firmament exakt gleich groß ist. Sie variiert geringfügig von Ort zu Ort und bildet so ein Muster am Himmel. Die gängigen Theorien besagen, dass dieses die Dichteunter-

schiede im jungen Weltall widerspiegelt. Daraus ergeben sich wichtige Größen der Kosmologie, zum Beispiel die großräumige Geometrie des Universums, die Masse- und Energiedichte im Kosmos oder die Häufigkeit von Dunkler Materie, Dunkler Energie und normaler Materie.

Gerrit Verschuur hat das Muster des Mikrowellenhintergrunds mit dem der Radiostrahlung von interstellaren Wasserstoffwolken verglichen. Dabei bemerkte er, dass zwischen den beiden große Ähnlichkeiten bestehen. Daraus schließt er, dass in der Milchstraße Radioquellen existieren, deren Strahlung die Mikrowellen überlagert – und dieser Effekt wurde von den Forschern bisher nicht beachtet. Auch wenn nur ein kleiner Anteil der Hintergrundstrahlung auf diese Weise verfremdet würde, wären ihre derzeitigen kosmologischen Interpretationen anzuzweifeln, meint Verschuur.

Peter Kalberla vom Argelander-Institut für Astronomie in Bonn ist skeptisch. »Verschuurs Behauptungen sind nicht haltbar«, meint er, »seine Statistik ist ungenügend und seine Berechnungen sind nicht signifikant.« Verschuur bezöge sich in seiner Arbeit auf zehn Jahre alte Quellen und



Ungleichmäßige Verteilung des Wasserstoffgases in der Milchstraße: Hohe Intensitäten in der galaktischen Ebene sind rot, Regionen mit weniger Gas sind blau eingefärbt.

kennzeichne diese außerdem ungenügend. Kalberla glaubt nicht, dass Verschuur's Ergebnisse in der Forscherszene auf größere Beachtung stoßen werden. »Ich habe sie gesehen und die Achseln gezuckt«, erzählt der Radioastronom. Trotzdem seien Interpretationen der Hintergrundstrahlung immer mit Fragezeichen zu versehen. »Es ist sehr schwierig, die verfremdenden Einflüsse – etwa die Bewegungen der Milchstraße und unseres Sonnensystems darin – aus den gemessenen Daten herauszurechnen«, so Kalberla. <<