

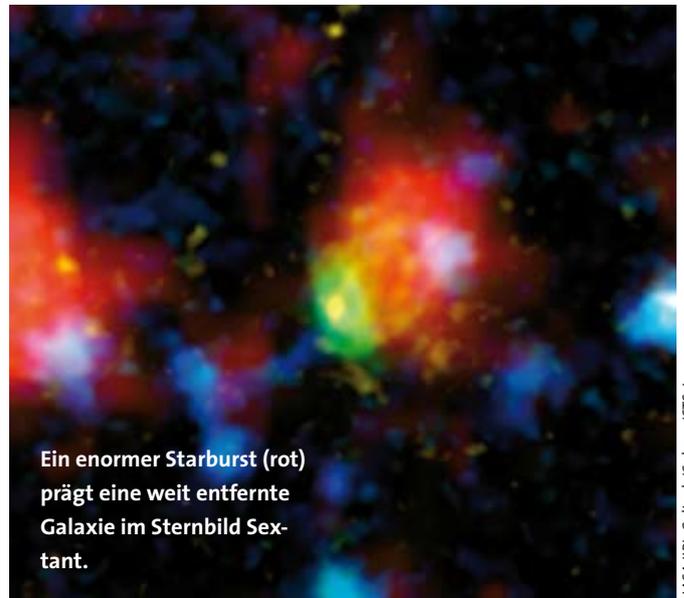
## Explosive Sternentstehung in einer jungen Galaxie

Mit dem Weltraumteleskop Spitzer und weiteren erdgebundenen Teleskopen stieß eine Forschergruppe um Peter Capak am California Institute of Technology auf eine Galaxie, in der sich jährlich rund 4000 neue Sterne bilden. In unserem Milchstraßensystem entstehen dagegen nur etwa zehn Sterne pro Jahr.

Das Forscherteam wollte die Vorstellung überprüfen, dass sich in der Frühzeit des Universums die Galaxien aus kleineren Bausteinen zusammenballten. Dies wird auch als hierarchisches Modell der Galaxienentstehung bezeichnet. Auf Infrarotaufnahmen

des Weltraumteleskops Spitzer fanden die Forscher eine große Galaxie im Sternbild Sextant, in der sich eine riesige Anzahl von Sternen auf einen Schlag bildet. Eine solch hohe Sternentstehungsrate wird »Starburst« genannt. Sie wird durch Galaxienkollisionen ausgelöst und bestätigt somit das hierarchische Modell (siehe auch die Seiten 14 und 18 in diesem Heft).

Die Galaxie befindet sich bei einer Rotverschiebung von  $z = 4,5$ . Sie präsentiert sich uns also aus einer Zeit, als das Universum nur etwa 1,3 Milliarden Jahre alt war. Aus dieser großen Sternansammlung wird später eine



Ein enormer Starburst (rot) prägt eine weit entfernte Galaxie im Sternbild Sextant.

NASA/JPL-Caltech/Subaru/STScI

massereiche elliptische Galaxie entstehen.

Die neugeborenen Sterne in dieser Galaxie senden große Mengen energiereicher Ultraviolettstrahlung aus, welche die sie umgebenden Wolken

aus Gas und Staub aufheizen. Sie strahlen daher im Infraroten sehr hell und können in diesem Spektralbereich auch über große Entfernungen mit Spitzer und anderen Teleskopen registriert werden.

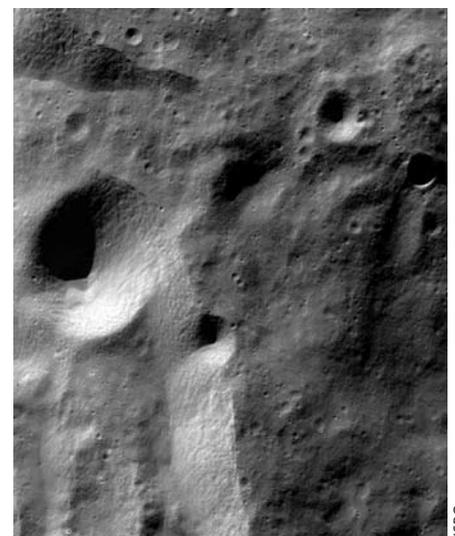
## Chandrayaan-1 am Ziel

Auch Indien ist nun Mitglied im exklusiven Club der Raumfahrtationen, die erfolgreich eine eigene Sonde zum Mond geschickt haben. Am 8. November 2008 schwenkte Chandrayaan-1 nach Plan in einen Mondorbit ein. Das finale Abbremsen in die Mondumlaufbahn erfolgte um 12:21 Uhr MEZ. Rund 14 Minuten brannte das Haupttriebwerk der indischen Raumsonde, bis Chandrayaan-1 soviel Bewegungsenergie verloren hatte, dass die Schwerkraft des Mondes die Sonde schließlich einfangen konnte. Zu diesem Zeitpunkt war Chandrayaan-1 rund 500 Kilometer vom Erdtrabanten entfernt.

Zu Anfang befand sich das »Mondfahrzeug«, so die Übersetzung des Sanskrit-Worts »Chandrayaan«, in einer elliptischen Umlaufbahn um den Mond und benötigte für eine Umrundung rund elf Stunden.

Weitere Zündungen des Bordtriebwerks veränderten die Bahn von Chandrayaan-1 so weit, bis sich die Sonde auf der endgültigen kreisförmigen Bahn in rund 100 Kilometer Höhe befand. Am 14. November wurde die »Moon Impact Probe« (MIP) abgetrennt, die nahe des Kraters »Shackleton« am Südpol des Mondes aufschlug. MIP übermittelte während ihres Abstiegs Videobilder zur Erde. Ab

Januar 2009 sollen alle elf Instrumente an Bord von Chandrayaan-1 in Betrieb gehen. Mit ihnen wollen die indischen Wissenschaftler in Zusammenarbeit mit der Europäischen Weltraumbehörde ESA und der US-amerikanischen NASA zwei Jahre lang die Mondoberfläche im Detail erkunden.



ISRO

Eines der ersten Bilder der indischen Sonde Chandrayaan-1 von der Mondoberfläche.



Wissenschaft in die Schulen!

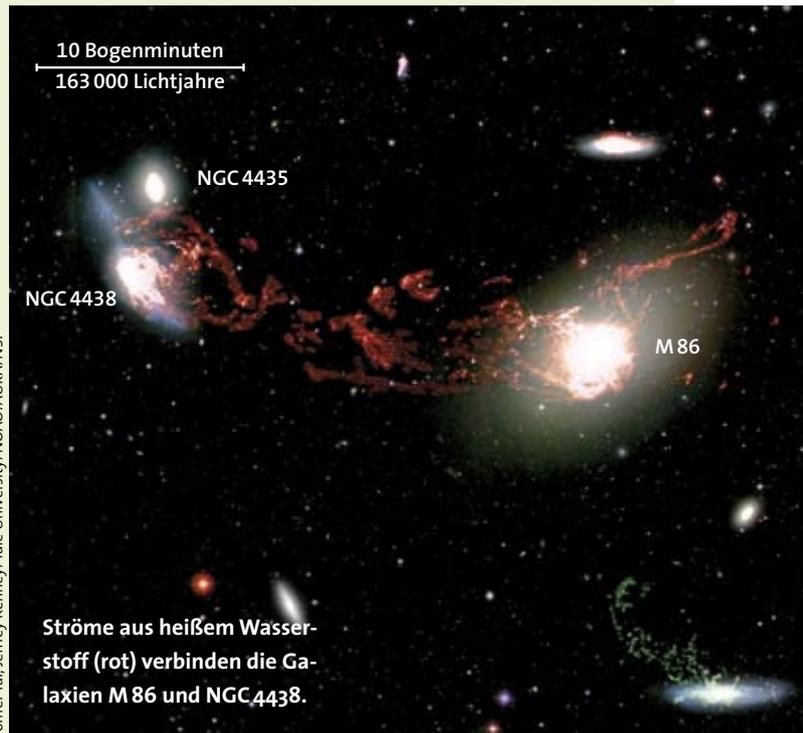
Zu einzelnen Beiträgen dieser Nachrichtsstrecke stehen Ihnen didaktische Materialien auf unserer Internetseite [www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de) zur Verfügung. Damit möchten wir das Interesse der Schüler an Wissenschaft und Technik fördern und den fächerverknüpfenden Unterricht stärken. Das Projekt Wissenschaft in die Schulen! führen wir in Zusammenarbeit mit der Landesakademie für Lehrerfortbildung in Bad Wildbad durch. Es wird von der Klaus Tschira Stiftung gGmbH großzügig unterstützt.

## Galaxienzusammenstoß im Virgo-Haufen

Eine Schleppe aus ionisiertem Wasserstoff verbindet über rund 400 000 Lichtjahre hinweg die beiden Galaxien Messier 86 und NGC 4438 im Virgo-Galaxienhaufen. M 86 ist eine große elliptische Galaxie, NGC 4438 eine stark verformte Spiralgalaxie, beide sind rund 50 Millionen Lichtjahre von uns entfernt. Bisher nahmen die Astronomen an, dass NGC 4438 durch eine Kollision mit der kleinen linsenförmigen Galaxie NGC 4435 verzerrt wurde. Sie bewegt sich allerdings von uns aus gesehen schneller als NGC 4438 und erscheint ungestört.

Auch im Umfeld um M 86 waren Wolken aus heißem Wasserstoff schon länger bekannt. Hier vermuten die Forscher, dass diese Galaxie die dichtesten Zonen des intergalaktischen Mediums im Zentrum des Galaxienhaufens durchpflügt. Dieses an sich dünne Gas zwischen den einzelnen Galaxien stellt für die sich rasch zum Zentrum hin bewegende Welteninsel einen Reibungswiderstand dar und drückt die in ihr enthaltenen Gas- und Staubwolken hinaus.

Ein Forscherteam um Jeffrey Kenney an der Yale University wollte nun Genaueres herausfinden und beobachtete das Gebiet mit der Weitfeld-Kamera MOSAIC am Vier-Meter-Mayall-Teleskop auf dem Kitt Peak in Arizona. Überraschend zeigten sich die hier in Rot dargestellten Filamente, die im H-alpha-Licht des Wasserstoffs aufgenommen wurden. Sie weisen auf eine Kollision von M 86 und NGC 4438 in der nicht allzu fernen Vergangenheit hin. Dabei wurde durch Schwerkraftwechselwirkungen zwischen den beiden Galaxien molekularer Wasserstoff aus beiden Welteninseln herausgerissen, gleichzeitig aufgeheizt und zumindest zum Teil ionisiert.



Tomer Tal, Jeffrey Kenney/Yale University/NOAO/AURA/NSF

In den Filamenten ließen sich keine Sterne nachweisen, ein Hinweis darauf, dass das Gas noch immer zu heiß ist, um sich zu Sternen zusammenzuballen. Durch solche Kollisionen können auch massereiche Galaxien einen Großteil ihres Vorrats an Gas und Staub verlieren, so dass sich in ihrem Inneren keine neuen Sterne mehr bilden können.

## Eine Stoßwelle um Beteigeuze

Infrarotbeobachtungen mit dem japanischen Weltraumteleskop Akari enthüllen, dass der Rote Überriese Beteigeuze im Sternbild Orion von einer Stoßwelle zum interstellaren Medium umgeben ist. Beteigeuze stößt einen sehr starken Sternwind aus, der mit einer Geschwindigkeit von 17 Kilometern pro Sekunde abströmt. Gleichzeitig bewegt sich der Riesenstern mit einer Geschwindigkeit von 30 Kilometern pro Sekunde relativ zum interstellaren Medium.

Durch die Wechselwirkung des Sternwinds mit dem interstellaren Medium entsteht die im Infraroten sichtbare Stoßwelle, wo sich das Gas stark verdichtet.

Durch die Verdichtung wird Kompressionswärme frei, die Akari nachweisen konnte. Die Stoßwelle bildet eine große halbkugelförmige Blase mit einem Durchmesser von drei Lichtjahren um den Stern aus.

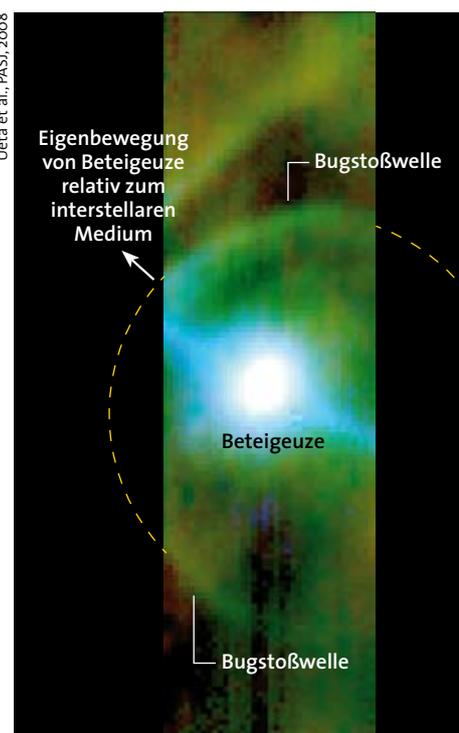
Beteigeuze ist mit einer Entfernung von 640 Lichtjahren einer der uns am nächsten stehenden Überriesen. Er befindet sich in der linken Schulter des auffälligen Sternbilds Orion und lässt sich leicht mit dem bloßen Auge als heller rötlicher Punkt mit einer scheinbaren Helligkeit von 0,5 mag erkennen. Der Überriese weist die 20-fache Masse unserer Sonne auf und strahlt mit einer etwa 10 000-fach höheren Leuchtkraft. Der

Stern besitzt einen etwa 600-mal so großen Durchmesser wie die Sonne. Könnte man Beteigeuze in unser Sonnensystem versetzen, so würde er sich bis zur Umlaufbahn von Jupiter erstrecken.

Beteigeuze hat aus astronomischer Sicht nur noch eine sehr kurze Lebenserwartung von 10 000 bis 100 000 Jahren. Danach wird er in einer gewaltigen Supernova-Explosion vergehen, die an unserem Himmel durchaus die Helligkeit des Halbmonds erreichen könnte.

**Die Bugstoßwelle um Beteigeuze erstreckt sich über rund drei Lichtjahre.**

Ueta et al., PASJ, 2008



### Phoenix verstummt

Am 2. November 2008 wurden die letzten Funksignale der US-Marssonde Phoenix empfangen. Mit einer Betriebsdauer von 152 Marstagen hat Phoenix die geplante Missionsdauer von 90 Tagen deutlich übertroffen.

### Erster europäischer ISS-Kommandant

Der belgische ESA-Astronaut Frank de Winne soll während seines sechs Monate langen Flugs ab Oktober 2009 die Leitung der Internationalen Raumstation ISS übernehmen.

### Kein Eis im Krater Shackleton

Auf Bildern der japanischen Mondsonde Kaguya fand eine Forschergruppe keine Hinweise auf große Eislager in dem direkt am Mondsüdpol befindlichen Krater, dessen Boden permanent im Schatten liegt.

### Tschechien jetzt Vollmitglied der ESA

Seit dem 12. November 2008 ist die Tschechische Republik offizielles Mitglied der Europäischen Weltraumbehörde ESA. Damit gehören der ESA nun 18 Länder an.

### Mit Juno zum Jupiter

Im Jahr 2011 soll die neueste US-Raumsonde zum Jupiter fliegen und ihn ab 2016 insgesamt 32 Mal umkreisen. Dabei wird sich Juno bis auf 5000 Kilometer der Wolkendecke des Planeten nähern und seine Atmosphäre erforschen.

### Rettungsrakete für Orion-Raumkapsel funktioniert

Der erste Test des Rettungssystems für die künftigen Astronauten der neuen US-Raumkapsel Orion verlief am 20. November 2008 nach Auskunft der NASA sehr zufriedenstellend.

Weitere aktuelle Meldungen aus Astronomie und Raumfahrt finden Sie auf

[www.astronomie-heute.de](http://www.astronomie-heute.de)

## Zwei Sternenringe in Arp 147

Mit dem Weltraumteleskop Hubble gelang diese Ansicht des in Wechselwirkung stehenden Galaxienpaares Arp 147 im Sternbild Walfisch (Bild). Die beiden Galaxien sind rund 440 Millionen Lichtjahre von uns entfernt. Vor einigen Millionen Jahren durchdrang die linke Galaxie das Zentrum ihrer rechten Nachbarin. Ähnlich einem ins Wasser geworfenen Stein breitete sich in der getroffenen Galaxie eine Dichtewelle aus, die Sterne sowie große Wolken aus Gas und Staub nach außen drückte. Gleichzeitig sorgte die Schwerkraft beider Galaxienkerne dafür, dass Materie von den Außenbereichen der getroffenen Galaxie nach innen strömte.

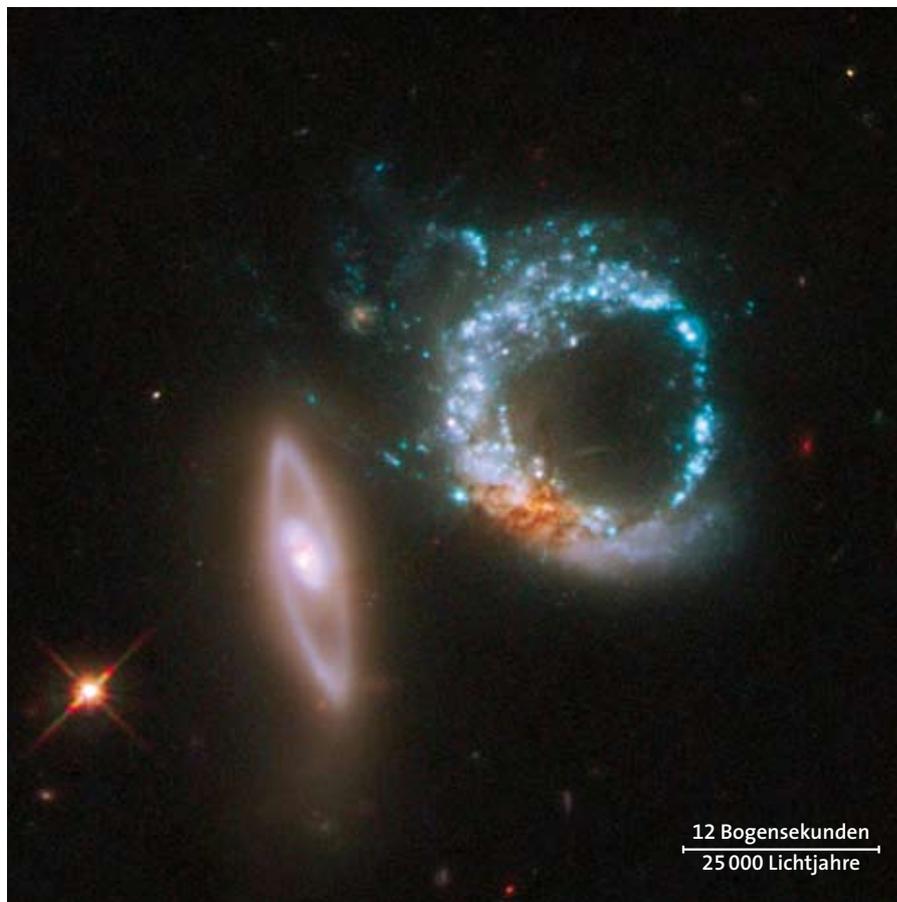
Durch die beiden gegenläufigen Effekte wurde die Materie in einem Ring stark verdichtet und dabei verwirbelt. Die Folge: Millionen von massereichen Sternen bildeten sich gleichzeitig aus den Gas- und Staubwolken, die getroffene Galaxie durchlief einen extremen »Starburst«. Daraus entwickelte sich der strahlend blaue Ring. Er leuchtet blau, weil die

massereichen Sterne so heiß sind, dass sie überwiegend im blauen sichtbaren Licht oder sogar im Ultravioletten leuchten.

Der bräunliche Fleck in der rechten Galaxie könnte der Überrest ihres ehemaligen Zentrums sein. Er wird von dichten Wolken aus Gas und Staub umhüllt. Beim Zusammenstoß wurden außerdem auch einige Gas- und Staubwolken aus dem Ring herausgeschleudert und könnten der Galaxie auf lange Sicht verloren gehen. In ihnen bildeten sich ebenfalls neue Sterne, sie sind vor allem links des Rings sichtbar.

Auch die durchdringende Galaxie links kam beim Zusammenstoß nicht ungeschoren davon, sie weist einen äußeren Ring aus neuen massereichen Sternen auf, und ihr Zentrum ist von einem engen blauen Ring umgeben.

Arp 147 ist der 147. Eintrag im »Arp Atlas besonderer Galaxien«, den der Astronom Halton Arp (geboren 1927) in den 1960er Jahren zusammenstellte und im Jahr 1966 veröffentlichte. Der Atlas enthält insgesamt 338 Einträge.



Die beiden Galaxien des Paares Arp 147 im Sternbild Walfisch wurden durch starke gravitative Wechselwirkungen miteinander zu Ringen verzerrt.

NASA, ESA und M. Livio (STScI)

## Das Innere des Kometen 17P/Holmes

Im Oktober 2007 sorgte der unscheinbare Komet 17P/Holmes für Schlagzeilen, als seine Helligkeit plötzlich gewaltig anstieg und er sogar mit dem bloßen Auge sichtbar wurde (siehe SuW 10/2008, S. 86 – 94). Eine Explosion hatte auf dem Kometenkern große Mengen an Staub freigesetzt, die von der Sonne beleuchtet wurden. Schon bei seiner Entdeckung im Jahre 1892 war der kurzperiodische Komet Holmes durch einen starken Helligkeitsausbruch aufgefallen, der ihn überhaupt erst sichtbar werden ließ.

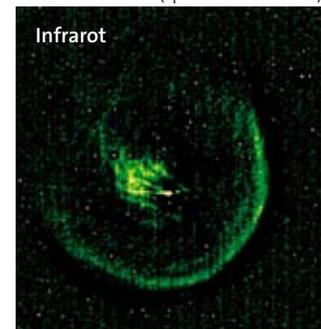
Während der folgenden, alle sechs Jahre wiederkehrenden Erscheinungen blieb Holmes ein unauffälliger und lichtschwacher Schweifstern, der nur mit dem Teleskop zu sichten war. Umso überraschter waren die Beobachter, als Holmes am 23. Oktober 2007 seine Helligkeit abrupt von 16,5

mag auf 2,5 mag steigerte, eine Zunahme um das Vierhunderttausendfache! Der Komet erschien nun als eine fast kreisrunde, weitgehend strukturlose Scheibe von gelblicher Farbe, und ein Schweif war nicht zu erkennen. Nur auf lang belichteten Aufnahmen waren schwache Gas- und Staubschweife sichtbar.

Rasch richteten nach dem Bekanntwerden des Ausbruchs auch die professionellen Astronomen ihre Teleskope auf den Schweifstern, dessen Hülle sich bis auf acht Millionen Kilometer Durchmesser aufgebläht hatte. Darunter war auch das Team um William Reach am California Institute of Technology, welches den Infrarotsatelliten Spitzer einsetzte. Bei spektroskopischen Messungen im November 2007 fielen den Forschern große Mengen an feinem silikatischem Staub auf. Er



NASA/JPL-Caltech/B. Reach (Spitzer Science Center)



**Im Infraroten zeigen sich ungewöhnliche Filamente in der Umgebung des Kerns des Kometen 17P/Holmes.**

ähnelte den Staubkörnern, welche die Sonde Stardust im Jahr 2005 beim Kometen Wild 2 eingesammelt hatte. Im März 2008 richteten Reach und Kollegen Spitzer erneut auf den Schweifstern. Diesmal war der feine Silikatstaub verschwunden und nur noch größere Körner mit Durchmessern um einen Millimeter bevölkerten die Koma. Bei der Verarbeitung von Infrarotaufnahmen vom November 2007 fielen

den Forschern Staubströme nahe des Kerns auf, die von der Sonne wegweisen. Auf den Bildern vom März 2008 waren die Staubströme immer noch da, sie zeigten aber nun nicht mehr exakt von der Sonne weg. Die Forscher vermuten, dass die Filamente jetzt nur noch aus größeren Körnern bestanden, die weniger vom Lichtdruck der Sonne beeinflusst wurden und auf Keplerbahnen das Zentralgestirn umrundeten.

## Ist die Sonne ein Rotationsellipsoid?

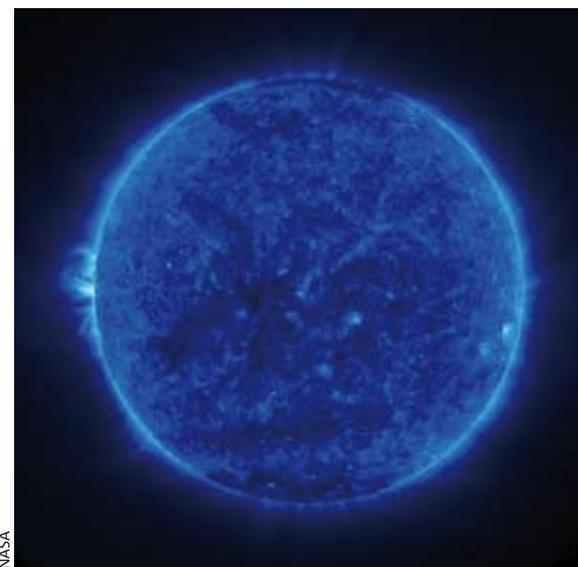
Die beiden Gasriesen Jupiter und Saturn erscheinen wegen ihrer raschen Rotation stark abgeplattet, wie man sich schon beim Blick durch ein kleines Teleskop überzeugen kann. Daher liegt es nahe, dass auch die aus Gas bestehende Sonne ebenfalls von der perfekten Kugelform abweichen müsste, also ein Rotationsellipsoid ist. Bislang ließ sich aber die Abplattung der in rund 30 Tagen um ihre Achse rotierenden Sonne nicht sicher nachweisen, da Massenströme in ihrem Inneren ihre äußere Form beeinflussen.

Dies gelang nun mit RHESSI, dem Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager, einem amerikanisch-schweizerischen Sonnensatelliten, der seit Februar 2002 die Sonne beobachtet. Ein Forscherteam um Martin D. Fivian an der University of California in Berkeley

bestimmte die Umdrehungszeit der Sonne genauer und leitete daraus ihre Form ab. Aus den RHESSI-Daten ermittelten sie die mittlere Rotationsgeschwindigkeit der Sonne an ihrer Oberfläche zu zwei Kilometern pro Sekunde und sagten eine Abplattung der Sonne von 0,001 Prozent voraus, entsprechend einem Winkel von 7,8 Millibogensekunden.

Aus den Messdaten von RHESSI berechneten sie jedoch eine größere Abplattung von 10,8 Millibogensekunden. Die Ursache hierfür könnte das Zusammenwirken des Sonnenkörpers mit seinem Magnetfeld sein. Rechnungen zeigen, dass die Abplattung ohne ein solares Magnetfeld nur acht Millibogensekunden betragen würde, also im Rahmen der Messgenauigkeit mit dem theoretischen Wert übereinstimmt.

MANFRED HOLL



**Fast perfekt kugelförmig ist unsere Sonne, hier ein Röntgenbild.**