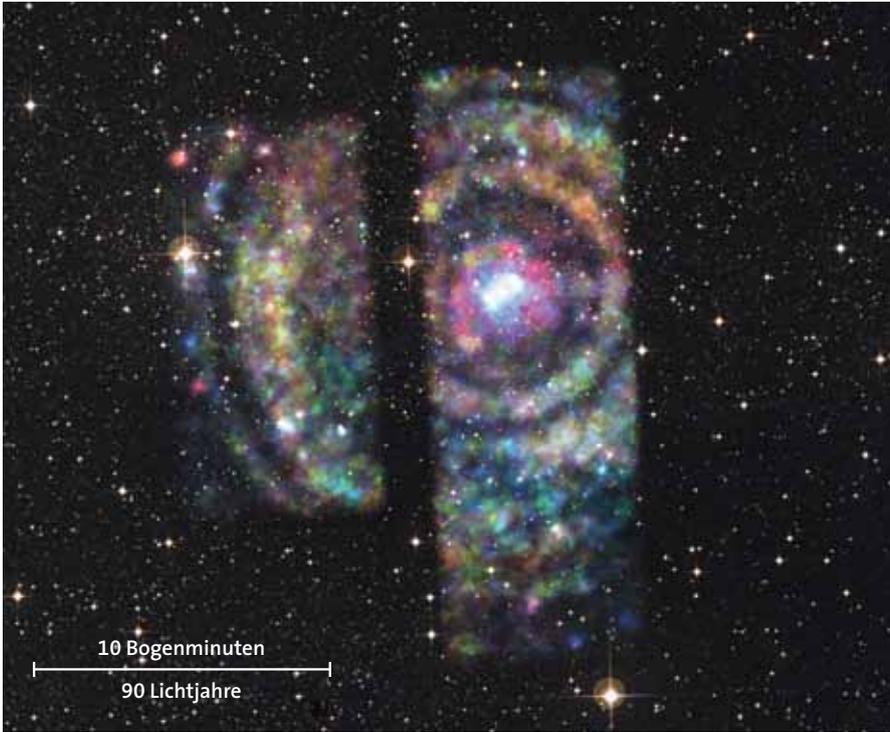




Röntgenlicht: NASA / CXO / University of Wisconsin-Madison / Sebastian Heinz et al.; sichtbares Licht: DSS



Um die Röntgenquelle Circinus X-1 im südlichen Sternbild Zirkel beobachtete der Röntgensatellit Chandra vier konzentrische Lichtechos, die an vorgelagerten Staubwolken entstehen. Sie sind auf diesem Bild nur unvollständig zu sehen, da Chandra nicht das gesamte Bildfeld erfasst hat.

Circinus X-1 wenige Wochen nach dem Ausbruch mit den Röntgensatelliten Chandra und XMM-Newton und stellte nun die Ergebnisse vor. Auf den Bildern von Chandra zeigte sich, dass der Doppeltstern von vier gut ausgeprägten Ringen aus Röntgenlicht umgeben ist. Diese Ringe sind Lichtechos, welche durch die Reflexion von Röntgenlicht des Ausbruchs an vorgelagerten Staubwolken entstehen. Dabei erreicht uns die Strahlung erst nach einem Umweg. Die Forscher um Heinz bezeichneten Circinus X-1 scherzhaft auch als »Herrn der Ringe«.

Diese Ringe dehnen sich zwischen 10 und 26 Bogenminuten am Himmel aus. Die Forscher nutzten Messdaten des Radioteleskops Mopra in Australien, um die Entfernungen der reflektierenden Wolken zu bestimmen. Daraus konnten sie dann den Weg berechnen,

## Chandra beobachtet Röntgenechos um fernen Neutronenstern

Im südlichen Sternbild Zirkel befindet sich die Röntgenquelle Circinus X-1. Es ist ein enges Doppelsternsystem, bei dem ein gewöhnlicher Stern von einem Neutronenstern umkreist wird. In diesem

System kommt es immer wieder zu stärkeren Ausbrüchen von Röntgenstrahlung, zuletzt im Jahr 2013. Eine Forschergruppe um Sebastian Heinz von der University of Wisconsin in Madison beobachtete

## Eine riesige Ringstruktur im jungen Universum?

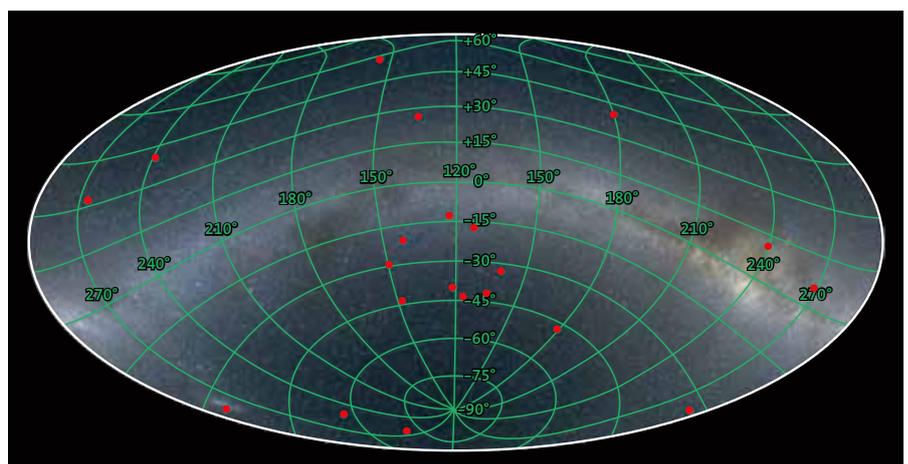
Ein Forscherteam um Lajos Balázs vom Konkoly Observatory in Budapest stieß auf eine riesige Ringstruktur von rund fünf Milliarden Lichtjahren Durchmesser, die von neun unterschiedlichen Gammastrahlenausbrüchen angezeigt wird. Die Positionen der Ausbrüche trugen die Wissenschaftler in eine Karte des gesamten Himmels ein, wobei ihnen eine ringförmige Häufung auffiel. Den Rotverschiebungen der Ereignisse von 0,78 bis 0,86 entsprechen Entfernungen zwischen 8,7 und 9,3 Milliarden Lichtjahren.

Die Forscher hatten angenommen, dass sich die Gammastrahlenausbrüche rein zufällig über den Himmel verteilen würden, als ihnen die Ringstruktur ins Auge fiel. Sie erstreckt sich am Himmel im Mittel über 36 Grad, das entspricht dem 72-fachen Durchmesser der Vollmondscheibe. Die Natur dieses Gebildes

ist völlig unbekannt und sprengt auch die Dimensionen der größten Galaxien-superhaufen um ein Mehrfaches.

Das Team um Balázs vermutet, dass der Ring die Projektion eines kugelförmigen Gebildes sein könnte, das aus Galaxien besteht. Allerdings gibt es bislang nur wenige Gammastrahlenausbrüche, deren

Diese Karte des gesamten Himmels gibt Gammastrahlenausbrüche in einer Entfernung von rund neun Milliarden Lichtjahren wieder (rote Punkte). Auffällig ist der Ring aus neun Gammastrahlenausbrüchen in der Bildmitte, sonst sind die Ausbrüche rein zufällig über den Himmel verteilt.



Lajos Balazs / SuW-Grafik

den die reflektierten Röntgenstrahlen nahmen, um uns nach dem Ausbruch zu erreichen, dessen direktes Licht früher zu sehen war. Die Laufzeitunterschiede zwischen den Lichtechos und dem Ausbruch betragen zwischen einem und drei Monaten.

Mit Hilfe von Winkelbeziehungen berechneten die Astronomen eine Entfernung von Circinus X-1 von 30 700 Lichtjahren. Dies entspricht etwa einem Drittel des Durchmessers unseres Milchstraßensystems. Frühere Arbeiten hatten stark unterschiedliche Abstände ergeben, doch die jetzt ermittelte Distanz dürfte deutlich genauer sein. Daraus ergibt sich zudem, dass Circinus X-1 absolut gesehen wesentlich heller ist als bislang angenommen. Wegen seiner großen Helligkeit erinnert der Doppelstern eher an ein enges System aus einem Schwarzen Loch mit einem umlaufenden Begleitstern, dessen Materie teilweise auf das Schwarze Loch zuströmt. Dazu passt, dass Circinus X-1 zwei Strahlen aus heißem Gas ausstößt, deren Partikel sich mit annähernd Lichtgeschwindigkeit bewegen. Aus anderen Untersuchungen ist aber klar, dass Circinus X-1 »nur« einen Neutronenstern enthält.

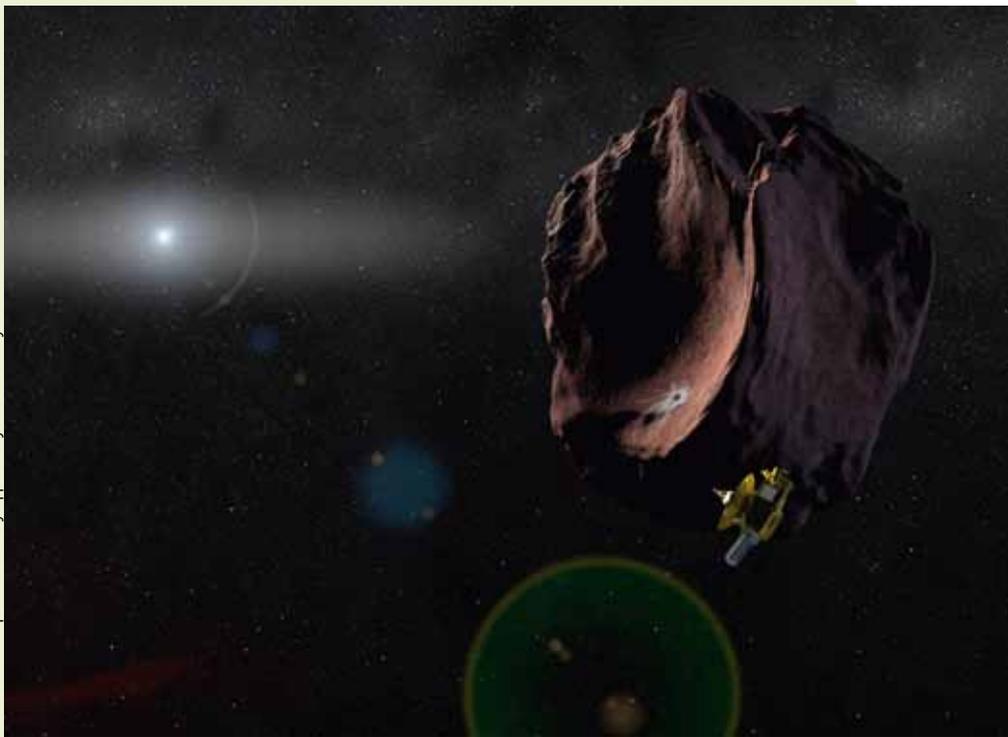
Heinz, S. et al., The Astrophysical Journal 806:265, 2015

ermittelte Rotverschiebungen in dem eng bemessenen Bereich zwischen 0,78 bis 0,86 liegen. Somit lässt sich auch eine rein zufällige Häufung nicht definitiv ausschließen, deren Wahrscheinlichkeit die Forscher allerdings auf etwa 1 : 20 000 schätzen.

Gammastrahlenausbrüche gehören zu den energiereichsten Ereignissen im Universum und entstehen vermutlich, wenn massereiche Sterne am Ende ihrer Entwicklung bei einer Supernova-Explosion zu einem Schwarzen Loch kollabieren. Dabei können manche von ihnen innerhalb weniger Sekunden so viel Energie freisetzen, wie sie unsere Sonne in ihrer rund zehn Milliarden Jahre langen Existenz insgesamt abstrahlen wird. Eine andere Möglichkeit zur Erzeugung eines solchen Ausbruchs ist die Verschmelzung von zwei Neutronensternen, die dabei zu einem Schwarzen Loch kollabieren.

Balázs, L. et al., Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 452, S. 2236–2246, 2015

NASA / Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory / Southwest Research Institute / Steve Gribben



**Am 1. Januar 2019 soll die Raumsonde New Horizons eng an dem nur rund 45 Kilometer großen Kuipergürtelobjekt 2014 MU<sub>69</sub> vorbeifliegen und es dabei im Detail erkunden (künstlerische Darstellung).**

## Das nächste Ziel von New Horizons ist festgelegt

**W I S** wissenschaft in die schulen!

**N**och hat New Horizons nur einen kleinen Bruchteil der Bilder und Messdaten des Pluto-Vorbeiflugs im Juli 2015 zur Erde übermittelt – dennoch blicken die Betreiber bereits auf das nächste Ziel, das die Sonde ansteuern soll: Am 1. Januar 2019 wird sie nach den derzeitigen NASA-Plänen dicht an einem kleinen Mitglied des Kuipergürtels vorbeifliegen. Die Wahl fiel auf den nur etwa 45 Kilometer großen Himmelskörper 2014 MU<sub>69</sub>, der auch unter der vorläufigen Bezeichnung PT 1 (englisch: potential target) geführt wurde. Er umrundet die Sonne auf einer mäßig elliptischen Bahn mit einem mittleren Abstand vom 44-fachen der Distanz Erde–Sonne und benötigt für einen Umlauf rund 300 Jahre.

2014 MU<sub>69</sub> wurde im Jahr 2014 während einer detaillierten Suche mit dem Weltraumteleskop Hubble aufgespürt (siehe SuW 10/2014, S. 12). Dabei hielten die Forscher gezielt nach Himmelskörpern Ausschau, die sich nach dem Pluto-Vorbeiflug von New Horizons erreichen ließen. Insgesamt hatten sie drei in Frage kommende Objekte identifiziert. Bei den nachfolgenden Untersuchungen stellte sich heraus, dass sich eines davon doch nicht in der Reichweite der Sonde befand.

Noch ist die Fortsetzungsmission für New Horizons nach Beendigung der Übermittlung der Pluto-Daten nicht von der NASA genehmigt – die Chancen hierfür stehen aber sehr gut. Um jedoch 2014 MU<sub>69</sub> erreichen zu können, müssen noch in diesem Jahr Schubmanöver mit dem Bordantrieb von New Horizons durchgeführt werden. Insgesamt vier Manöver sind im Zeitraum Ende Oktober und Anfang November vorgesehen. Mit 2014 MU<sub>69</sub> können die Forscher ein Objekt untersuchen, das sich im Gegensatz zu Pluto und seinen Monden seit seiner Entstehung vor mehr als 4,5 Milliarden Jahren kaum verändert hat. Es stellt das Material dar, aus dem sich Pluto und die größeren Mitglieder des Kuipergürtels bildeten. Somit können die Forscher mit 2014 MU<sub>69</sub> die Urmaterie des Kuipergürtels direkt in Augenschein nehmen.

NASA, 28. August 2015

### Ein globaler Ozean unter Enceladus Eiskruste?

Messungen des Rotationsverhaltens des Saturnmonds Enceladus durch die Raumsonde Cassini weisen darauf hin, dass der Himmelskörper nicht starr rotiert. Somit sollte sich unter der Eisoberfläche ein den Mond umspannender Ozean aus Wasser befinden.

### Ein Galaxienhaufen mit extremer Sternentstehung

Im Sternbild Großer Bär stießen Forscher auf den Galaxienhaufen SpARCS1049+56 mit einer Masse von rund 400 Billionen Sonnenmassen. Seine zentrale Galaxie produziert jährlich 860 neue Sterne, unser Milchstraßensystem dagegen nur etwa drei.

### Die Erde massiert den Mond

Die Gezeitenkräfte der Erde beeinflussen die Ausrichtung tausender Verwerfungen in der Mondkruste, während der Erdtrabant wegen seiner allmählichen Auskühlung schrumpft. Darauf weisen Messungen der US-Mondsonde Lunar Reconnaissance Orbiter hin.

### Indische Marssonde MOM länger aktiv

Seit dem 24. September 2014 umrundet die indische Sonde »Mars Orbiter Mission« den Roten Planeten. Ursprünglich für sechs Monate ausgelegt, kann die Mission wohl noch mehrere Jahre aktiv bleiben.

### Merkur rotiert schneller als erwartet

Der sonnennächste Planet dreht sich im Mittel rund neun Sekunden schneller um seine Achse als bislang angenommen. Dies ergaben Messungen der Raumsonde Messenger mit dem Laseraltimeter MLA. Möglicherweise ist der Schwerkrafteinfluss von Jupiter für diesen Effekt verantwortlich.

Weitere aktuelle Meldungen aus Astronomie und Raumfahrt finden Sie auf [www.spektrum.de/astronomie](http://www.spektrum.de/astronomie) und [www.twitter.com/Sterne\\_Weltraum](https://www.twitter.com/Sterne_Weltraum)

## Gibt es weitere Chancen auf Kontakt mit Philae?

Zuletzt war am 9. Juli 2015 von ihr zu hören, aber die Missionskontrolleure von ESA und DLR geben die Hoffnung nicht auf, die Landesonde Philae auf dem Kern vom Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko erneut zu aktivieren und von ihr neue Messungen und Bilder zu erhalten. Bis zum Ende dieses Jahres reicht die Sonneneinstrahlung am Landeort von Philae aus, um den Lander warm genug zu halten und mit ausreichend Strom zu versorgen. Danach wird der Kometenkern zu weit von der Sonne entfernt sein, um Philaes Batterien noch aufladen zu können.

Philae war nach ihrem ersten Aufsetzen am 12. November 2014 durch widrige technische Umstände vom Kern des Kometen abgeprallt und strandete in einer dunklen, zerklüfteten Region, die den Namen Abydos erhielt. Dort bekam sie nur für rund 90 Minuten pro 12,4-stündiger Kernrotation Sonnenlicht. Somit konnte die Sonde ihre Batterien nicht aufladen, so dass sie zweieinhalb Tage nach dem endgültigen Aufsetzen ihren Betrieb einstellte. Für rund sieben Monate herrschte absolute Funkstille. Umso glücklicher waren die Missionskontrolleure, als es ab dem 13. Juni 2015 mehrmals zu Funkkontakten kam (siehe SuW 8/2012, S. 12). Allerdings blieben die Verbindungen kurz und beschränkten sich auf die Übermittlung technischer

Daten, die Auskunft über den Zustand von Philae gaben.

Aus diesen lässt sich schließen, dass sowohl Teile der Sender als auch der Empfänger defekt sein müssen, was die Kommunikation mit der Muttersonde Rosetta sehr erschwert. Zudem liegt der Lander auf der Seite, so dass seine Antennen ihre Funksignale in einem flachen Winkel zur Kometenoberfläche abstrahlen. Zu allem Übel stören auch noch topografische Hindernisse auf dem stark zerklüfteten Kometenkern die Funkverbindungen, weil sie die Antennen teilweise abschatten.

Rosetta konnte im August und September keine Signale des Landers auffangen. Ab dem 23. September 2015 entfernte sie sich bis auf 1500 Kilometer vom Kern, um die Bugstoßwelle des Kometen zu untersuchen. Diese entsteht durch die Wechselwirkungen des Sonnenwinds mit den vom Kern durch die Sonnenwärme abströmenden Teilchen. Wenn diese Exkursion beendet ist, möchten die Missionskontrolleure der ESA und des DLR im Oktober erneut versuchen, mit der dann wieder sehr viel näher am Kern befindlichen Muttersonde den Lander zu kontaktieren. Nun bleibt zu hoffen, dass eine erneute Kommunikation mit Philae gelingt und dass sich die Landesonde zu neuen Messungen und zur Übertragung von Bildern überreden lässt.

ESA, 11. September 2015



Philae Consortium / DLR / ICG

Der graue Kegel veranschaulicht den Bereich, in dem die Antennen der Landesonde Philae ihre Signale abstrahlen können. Da der Lander auf der Seite liegt, streichen seine Funksignale im flachen Winkel über die Kernoberfläche.

Jetzt mit  
5,- AKTIONSCODE!

# IHR SPAZIERGANG DURCH'S WELTALL!

Universe2go verbindet den realen Sternenhimmel mit der digitalen Welt. Richten Sie Ihren Blick zum Himmel und entdecken Sie Sternbilder, Planeten und Galaxien.



universe2go.de

## DAS ERWARTET SIE

Universe2go ist eine völlig neu entwickelte Augmented Reality Sternenbrille, die Ihnen mit der dazugehörigen App den Sternenhimmel zeigt. Sie legen Ihr Smartphone in die Sternenbrille ein und sehen den realen Sternenhimmel mit vielen zusätzlichen Informationen und fantastischen Nahaufnahmen zahlreicher Himmelsobjekte.



✓ Darstellung aller  
**88 Sternbilder** des  
Himmels



✓ **Nahaufnahmen** von  
Planeten, Galaxien,  
Sternhaufen und Nebeln



✓ Die **griechischen Mythen**  
zu den Sternbildern

✓ Spielerisches Entdecken im  
**Quiz-Modus**

## JETZT BESTELLEN

### EINSATZMÖGLICHKEITEN



Freizeit



Familie

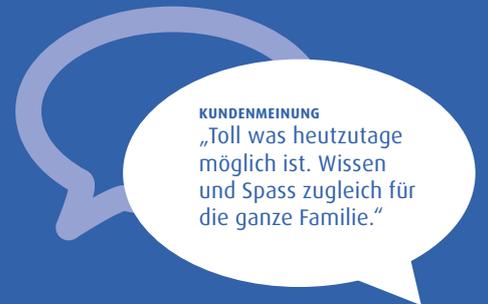


Bildung



Zuhause

- › Versandkostenfrei
- › Geliefert in 2-3 Tagen
- › Sichere Zahlungsvarianten
- › Exklusiv nur hier erhältlich
- › 14 Tage Rückgaberecht



### KUNDENMEINUNG

„Toll was heutzutage möglich ist. Wissen und Spass zugleich für die ganze Familie.“

Jetzt mit **5,- LESER-RABATT** bestellen!  
Aktioncode: **u2gosuw15** (gültig bis 31.12.2015)

[www.universe2go.de](http://www.universe2go.de)

**99,-** inkl. Freischalt-Code für die App

Omegon ist ein Bereich der nimax GmbH. Mehr Informationen zu unserem Unternehmen finden Sie unter [www.nimax.de](http://www.nimax.de). Alle angegebenen Preise in Euro inkl. 19% MwSt. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

**Adresse**  
omegon • c/o nimax GmbH  
Otto-Lilienthal-Straße 9 • 86899 Landsberg

**Telefon**  
+49 8191 94049-0

**E-Mail**  
[service@universe2go.com](mailto:service@universe2go.com)

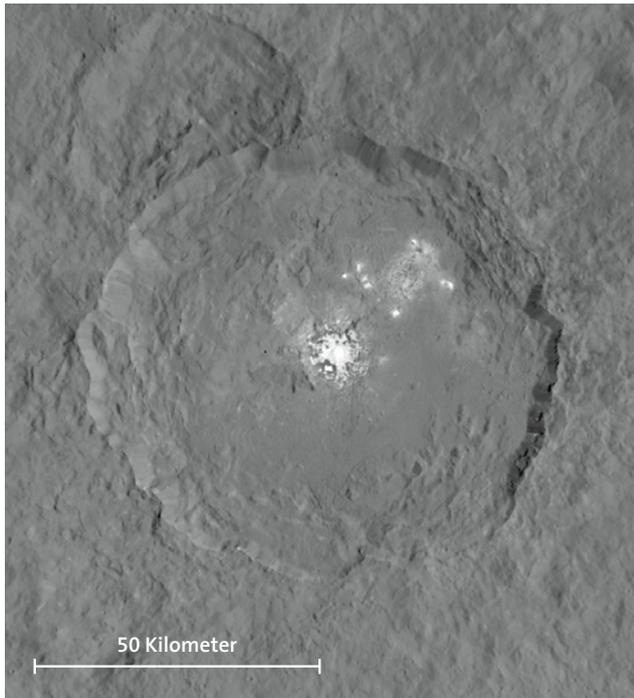
**Öffnungszeiten**  
Montag - Freitag  
09:00 Uhr - 12:30 Uhr / 13:30 Uhr - 17:00 Uhr

made in Germany by  
**omegon**®

## Erste Detailaufnahme vom hellsten Fleck auf Ceres

Die Raumsonde Dawn hat das bislang beste Bild der rätselhaften weißen Struktur auf dem Zwergplaneten Ceres übermittelt. Die Aufnahme lässt erstmals geologische Details erkennen, die Aufschluss über die Ursache des ungewöhnlichen Merkmals geben könnten. Das Foto mit einer Auflösung von 140 Metern pro Pixel wurde Mitte September von DLR und NASA veröffentlicht.

Der Krater mit dem Namen Occator hat einen Durchmesser von 82 Kilometern. Exakt im Zentrum befindet sich der



NASA / JPL-Caltech / UCLA / MPS / DLR / IDA

pyramidenförmige Zentralberg, der schon auf den ersten Aufnahmen der Raumsonde durch seine grellweiße Farbe auffiel. Noch immer herrscht unter den Planetenforschern Uneinigkeit über deren Ursprung. Auf den neuesten Aufnahmen sind nun sowohl am großen zentralen als auch an dem kleineren seitlich verschobenen Fleck lange dünne Verwerfungslinien erkennbar. Sie ziehen sich vom Zentralberg ausgehend von Norden nach Süden. Eine zweite Schar weist vom Zentralberg in Richtung »2 Uhr«. In ihrer Fortsetzung schließt sich eine weniger helle Fleckengruppe an. Diese Verwerfungslinien lassen sich als Anzeichen dafür deuten, dass unter der Oberfläche Prozesse ablaufen, die möglicherweise zur Entstehung der auffälligen Färbung führen.

Der Fleck ist derartig hell, dass die Wissenschaftler zwei Aufnahmen mit unterschiedlichen Belichtungszeiten kombinieren mussten – eine fing die schwachen Helligkeitsunterschiede im eigentlichen Kraterbereich ein, die andere lieferte dagegen Details im Bereich des weißen Flecks. Dawn fotografierte den Krater aus 1470 Kilometer Höhe. Die Bilder haben eine dreimal so hohe Auflösung als die bislang besten Aufnahmen. Noch mehr Details erwarten die Forscher ab Dezember 2015, wenn sich Dawn der Ceresoberfläche auf 375 Kilometer annähern wird. Die Bilder werden dann eine Auflösung von 40 Metern pro Pixel erreichen.

Auch ein dreidimensionales Modell des Occator-Kraters konnten die Wissenschaftler inzwischen anfertigen. Dabei zeigte sich, dass die Kraterwände an einigen Stellen bis zu 2000 Meter senkrecht in die Tiefe weisen. An anderen Stellen hingegen wurden die Wände durch nachrutschendes Material abgeflacht.

NASA / DLR, 9. September 2015

Eine neue Aufnahme der Raumsonde Dawn zeigt erstmals geologische Details im Krater Occator, die Hinweise auf die Herkunft der weißen Flecken geben könnten.

Videoclip: Krater Occator in 3-D:  
<http://goo.gl/FpkGib>



## »Sterne und Weltraum«-Gewinnspiel

Mit etwas Glück können Sie ein Exemplar des informativen und reich illustrierten Sachbuchs »Wernher von Braun – Ein deutsches Genie zwischen Untergangswahn und Raketen träumen« gewinnen.

Senden Sie die Ziffern der Fragen und den jeweils zugehörigen Buchstaben der richtigen Lösung bis zum **5. November 2015** per E-Mail mit der Betreffzeile »Gaia« an: [gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de](mailto:gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de)

**Frage 1:** Gaia erzeugte im ersten Jahr bereits:

- a) 200 Milliarden Messpunkte
- b) 225 Milliarden Messpunkte
- c) 250 Milliarden Messpunkte

**Frage 2:** Gaia befindet sich auf einer Bahn um:

- a) die Erde
- b) den Lagrangepunkt L1
- c) den Lagrangepunkt L2

**Frage 3:** Gaia misst die Positionen und Eigenbewegungen von:

- a) 100 Millionen Sternen
- b) 500 Millionen Sternen
- c) 1 Milliarde Sterne

**Teilnahmebedingungen:** Alle »Sterne und Weltraum«-Leser, die bis zum 5. November 2015 die richtigen Lösungen an die genannte E-Mail-Adresse senden, nehmen an der Verlosung teil. Bitte dabei unbedingt die Postanschrift angeben. Maßgebend ist der Tag des Eingangs. Ausgeschlossen von der Teilnahme sind die Mitarbeiter der Spektrum der Wissenschaft

Verlagsgesellschaft mbH und deren Angehörige. Die Preise sind wie beschrieben. Ein Tausch der Gewinne, eine Auszahlung in bar oder in Sachwerten ist nicht möglich. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mit der Teilnahme am Gewinnspiel erkennt der Einsender diese Teilnahmebedingungen an.



## Interplanetare Eimerkette füttert Staubscheibe

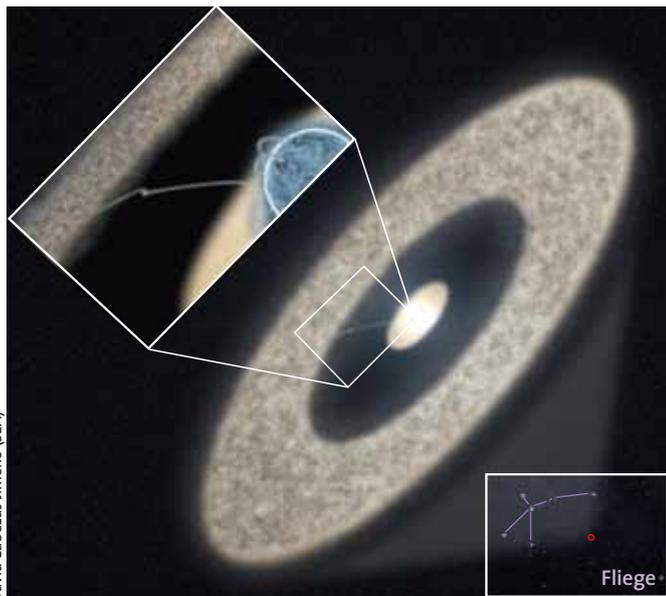
Forscher um Ignacio Mendigutía von der britischen University of Leeds beobachteten um den jungen Stern HD 100546 im südlichen Sternbild Fliege eine Staubscheibe mit einer ausgeprägten breiten Lücke, die sich über rund das Zehnfache des Abstands Erde–Sonne erstreckt. Mit hochauflösender Spektroskopie am Very Large Telescope der Europäischen Südsternwarte ESO in Chile gelang es ihnen, den inneren Teil der Scheibe unmittelbar um den Stern zu untersuchen.

Sie besteht überwiegend aus Gas und zeigt keine Hinweise auf Planetenentstehung. Das Gas in dieser Scheibe müsste aber in kürzester Zeit auf den Stern fallen, wenn es nicht ständig aus der weiter außen liegenden gasreichen Scheibe über die Lücke hinweg nachgeliefert würde. Die Autoren geben Zeiträume von wenigen Monaten bis zu einem Jahr an, dann wäre die Scheibe ohne Nachschub verschwunden. Mendigutía

und seine Koautoren vermuten deshalb, dass sich in der breiten Lücke zwischen den beiden Scheiben ein oder mehrere junge Planeten vom Jupitertyp befinden, die noch mit ihrer Schwerkraft Gas und Staub aus der äußeren Scheibe an sich ziehen.

Ein Teil der dabei in Bewegung versetzten Materie fällt nicht auf den oder die Planeten selbst, sondern strömt in Richtung des Zentralgestirns. Auf Grund der Erhaltung des Drehimpulses kann es nicht direkt in den Stern fallen, somit bildet es eine Scheibe um ihn und fällt erst nach und nach auf dessen Oberfläche. Frühere Untersuchungen lieferten bereits Hinweise auf die Existenz von bis zu zwei extrasolaren Planeten um diesen Stern. Vielleicht können die Großteleskope der nächsten Generation diese dann endgültig nachweisen und den Materietransfer direkt beobachten.

Mendigutía, I. et al.,  
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 453, S. 2126–2132, 2015



David Cabezas Jimeno (SEA)

Der junge Stern HD 100546 ist von einer dichten Scheibe aus Gas und Staub umgeben, die eine breite Lücke enthält (künstlerische Darstellung). In dieser Lücke könnten sich ein oder mehrere Planeten befinden.

## Vor 50 Jahren



### Von der Entstehung des Mondes

»Es sind grundsätzlich drei Möglichkeiten denkbar: 1. Der Mond hat sich vom Erdkörper abgetrennt, die ursprüngliche Erde spaltete sich in zwei Teile. ... 2. Erde und Mond sind gleichzeitig entstanden ... («Doppelplanet-Hypothese»). 3. Der Mond ist als unabhängiger Himmelskörper entstanden und wurde von der Erde später »eingefangen«. ...

**Trennungshypothese:** Vereinigen wir den gesamten Drehimpuls des Erde-Mond-Systems im Erdkörper, bekommen wir ... etwa 4 Stunden als Tageslänge. ... [Bei dieser Rotationszeit] erfolgte ... die »Gezeitenresonanz«. Die immer stärker werdende Deformation des Erdkörpers endete dann mit ... der Abtrennung [des Mondes] von der Erde. ... Gegen diese Theorie ... [spricht] eine lange und überzeugende Reihe von Einwänden. ... **Doppelplanet-Hypothese:** ... Die mittlere Dichte der Erdkugel ist 5,52, die des Mondes 3,34. ... Es ist [kaum ein] Mechanismus zu finden, der ... alle die schweren Elemente in der größeren Komponente konzentriert. ... **Einfang:** ... Ohne Zweifel ist die Wahrscheinlichkeit eines Einfangprozesses gering, zumindest ist er an sehr spezielle Anfangsbedingungen gebunden. ... Der Fortschritt der letzten 15–20 Jahre besteht darin, daß die Abtrennung des Mondes von der Erde wohl endgültig als unmöglich erwiesen wurde.« (SuW, November 1965, S. 248)

Eine »Doppelplanet-Hypothese« wird schon 1755 von Immanuel Kant in seiner »Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels« vertreten, nämlich dass Monde sich bei der Entstehung ihrer Planeten in derselben Weise bildeten wie die Planeten selbst im Umkreis der Sonne. Aber auch die beiden anderen genannten Theorien der Mondentstehung blicken auf mehr als 100 Jahre zurück.

Insofern wirken die bis 1965 erreichten Fortschritte bei der Klärung der Mondentstehung noch bescheiden. Mit der bevorstehenden ersten Mondlandung war aber ein Durchbruch zu erwarten, wie besonders der Chemie-Nobelpreisträger Harold Urey betonte: »Gebt mir einen Stein vom Mond, und ich sage euch, wie das Sonnensystem entstanden ist«. Er hat sein Versprechen zwar nicht eingelöst, aber der Mangel an leichtflüchtigen Elementen im Mondgestein und die Übereinstimmung von Isotopenverhältnissen mit den irdischen Werten waren wichtige neue Hinweise.

Elemente aller drei oben erwähnten Hypothesen enthält die Einschlags-Theorie, die sich ab 1975 durchsetzte. Nach ihr schlug vor etwa 4,5 Milliarden Jahren ein marsgroßer Körper exzentrisch in die Ur-Erde ein (eine Art gewalttätiger Einfang). Dabei wurden große Teile dieses Körpers und des Erdmantels ausgeworfen (Abtrennung von der Erde). Sie sammelten sich in einer Scheibe um die Erde und bildeten dort den Mond (parallele Entstehung). Dieser relativ groß geratene Mond wiederum hat durch seine Stabilisierung der Erdachse, und damit des Erdklimas, die Entwicklung des irdischen Lebens wesentlich begünstigt. CHRISTOPH LEINERT