



NASA

## Orion – erster Testflug erfolgreich

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

Nach zwei Erdumkreisungen landete am 5. Dezember 2014 die US-Raumkapsel Orion nahe der kalifornischen Küste im Pazifik. Ihre Bahn führte sie durch die harte Strahlung der Van-Allen-Gürtel und sorgte für einen Wiedereintritt mit 32 000 Kilometer pro Stunde.

Mit diesem Flug testete die NASA nach langer Pause wieder ein neues Raumschiff für den bemannten Einsatz im All. Allerdings flog es unbemannt, denn Orion befindet sich noch immer in der Entwicklung. Statt einer Crew beförderte die Raumkapsel

mehr als 1200 Sensoren, die technische Daten des Flugverlaufs aufzeichneten.

Als größte Schwierigkeiten erwiesen sich nicht die harschen Bedingungen dieses ersten Testflugs, sondern profanere Probleme: Wetter, ein Boot, das in die Sicherheitszone eindrang, und schlussendlich ein kaputtes Ventil vereitelten den ersten Startversuch am 4. Dezember. Erst am Folgetag lief alles glatt.

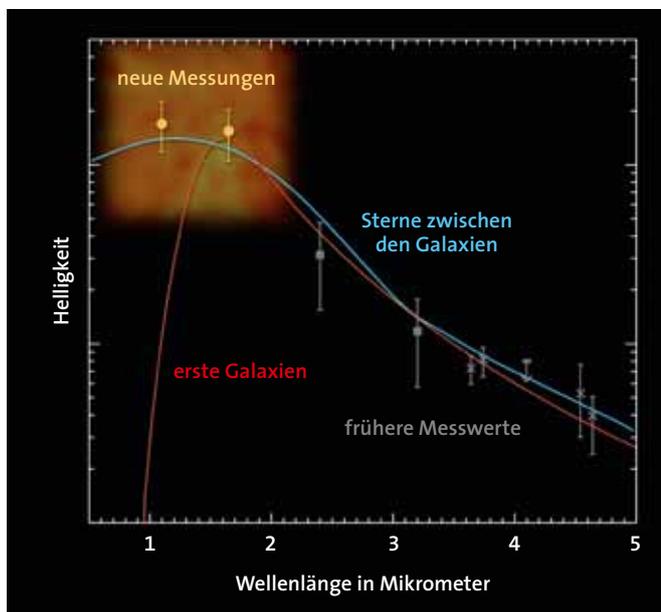
Zusammen mit der zweiten Stufe der Trägerrakete wurde die Orion-Raumkapsel in die Erdumlaufbahn befördert. Bei

## Erzeugen verstreute Sterne das kosmische Glühen?

Mit Hilfe des Cosmic Infrared Background Experiment (CIBER) untersuchten Forscher um Michael Zemcov vom California Institute of Technology das so genannte extragalak-

tische Hintergrundlicht. Dieses Leuchten ist diffus, geht offenbar von keinen bekannten Quellen aus und trägt zum Hintergrundrauschen bei. Seit seiner Entdeckung mit dem Weltraumteleskop Spitzer spekulierten Forscher über dessen Herkunft. Im Gespräch waren weit entfernte und leuchtschwache Galaxien sowie die Strahlung von Schwarzen Löchern aus der Frühzeit des Universums. Ein weiteres Erklärungsmodell zieht verstreute Sterne in Betracht, die durch miteinander in Wechselwirkung stehende oder verschmelzende Galaxien aus ihren Systemen herausgeschleudert worden waren. Die Forscher verwendeten für ihre Arbeit Beobachtungsdaten, die bei zwei Flügen mit Höhenforschungsraketen in den Jahren 2010 und 2012 aufgezeichnet wurden.

Die räumliche Verteilung und insbesondere die spektralen Eigenschaften des Hintergrundleuchtens im nahen Infrarot



NASA / JPL-Caltech / SuW-Grafik

Die Messungen mit dem Experiment CIBER bei Wellenlängen im nahen Infrarot sollten dazu beitragen, den Ursprung des extragalaktischen Hintergrundleuchtens zu klären. Die Daten (orange-farbene Punkte mit Fehlerbalken) sprechen eher für die Theorie der verstreuten Sterne (blaue Modellkurve) als für das Licht von Galaxien aus dem jungen Universum (rote Modellkurve).

**Zusammen mit der zweiten Stufe der Trägerrakete Delta-IV Heavy wurde die Orion-Raumkapsel in die Erdumlaufbahn befördert. Bei dem viereinhalbstündigen unbemannten Testflug wurde die Raumkapsel auf Herz und Nieren überprüft.**

dem viereinhalbstündigen Testflug wurde die Raumkapsel intensiv überprüft. Als Startvehikel diente die Trägerrakete Delta-IV Heavy, die sonst hauptsächlich für den Transport schwergewichtiger und hochgeheimer US-Aufklärungssatelliten eingesetzt wird. Nach dem Start brachte die Trägerrakete die Raumkapsel zunächst auf eine elliptische Bahn in  $185 \times 888$  Kilometer Höhe. Dabei blieb Orion mit der zweiten Stufe der Trägerrakete verbunden. Diese brachte die Raumkapsel nach dem ersten Orbit durch ein Schubmanöver auf eine noch höhere Bahn, auf der sie wie geplant ihre maximale Bahnhöhe von 5800 Kilometern erreichte.

Mit dem Flugmanöver sollte die Raumkapsel, die unter anderem für Flüge zum Mond und darüber hinaus gedacht ist, auf eine höhere Geschwindigkeit für den Atmosphäreneintritt gebracht werden. Erst dieser setzte den Hitzeschild realistischen Bedingungen ähnlich einem Mondflug aus. Orion traf mit rund 8,9 Kilometer pro Sekunde auf die irdische Lufthülle. Beim Atmosphäreneintritt erzeugte sie ein mehr als 2000 Grad Celsius heißes Plasmafeld um sich herum, bevor sich die drei Bremsfallschirme öffneten und Orion planmäßig rund 450 Kilometer vor der Küste der kalifornischen Halbinsel im Pazifik wasserte. Für die Bergung wurde ein spezielles Schiff entwickelt, das die Raumkapsel später mitsamt Besatzung aufnehmen kann. NASA, 5. Dezember 2014

sollten hierbei zur Klärung beitragen, denn bei den Beobachtungen im Wellenlängenbereich zwischen 1,1 und 1,6 Mikrometer sollten sich die rotverschobenen Quellen aus dem frühen Universum von den einzelnen Sternen unterscheiden lassen. Da das Leuchten jedoch nur schwach ist, war eine aufwändige Bearbeitung der Daten bezüglich möglicher Störquellen notwendig. Die Forscher rechneten den Beitrag des Zodiakallichts sowie Quellen wie Sterne und Galaxien, die aus früheren Himmelsdurchmusterungen bekannt waren, heraus.

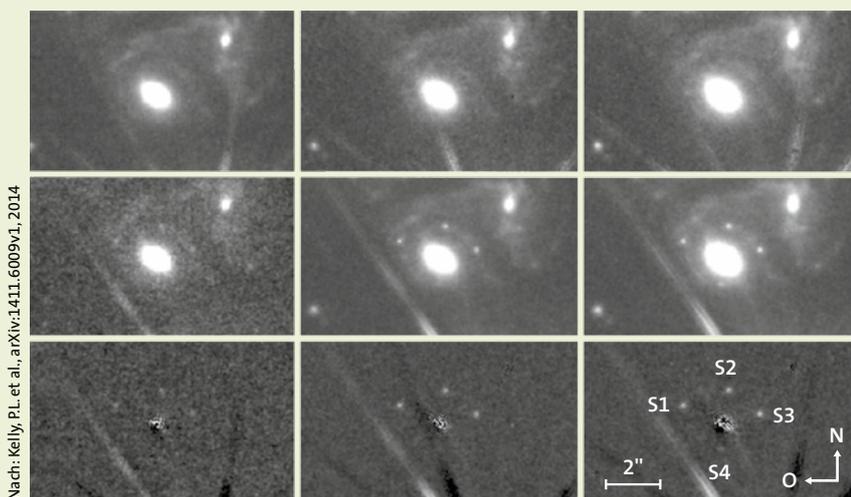
Die abschließende Analyse des Farbverlaufs in den Spektren des Lichts ergab, dass der Hintergrund wahrscheinlich durch Sterne verursacht wird, die auf galaktischen Skalen verstreut sind und sich daher nicht als einzelne Quellen erkennen lassen. Nach diesem Erklärungsansatz, der als Intrahalo-Licht-Modell (IHL) bezeichnet wird, müsste sich eine erhebliche Zahl von Sternen in den Tiefen des Alls verstecken. Es wäre sogar möglich, dass rund die Hälfte aller Sterne nicht in Galaxien beheimatet ist, sondern in der Vergangenheit in den intergalaktischen Raum hinausdriftete. Science 346, S. 732 – 735, 2014

## Eine Supernova in vier Bildern

Schon seit einem halben Jahrhundert versuchen Astronomen eine Supernova zu finden, deren Licht durch eine Gravitationslinse im Vordergrund in mehrere Bilder aufgespalten wird. Nun konnten die Forscher um Patrick L. Kelly von der University of California in Berkeley im November 2014 mit dem Weltraumteleskop Hubble eine Supernova beobachten, deren Licht gleich in vier Bilder aufgespalten wird. Die Bilder werden von einer Galaxie im Vordergrund mit einer Rotverschiebung von  $z = 0,54$  erzeugt, während sich die Supernova in einer viel weiter entfernten Galaxie mit  $z = 1,49$  befindet. Die Schwerkraft der massereichen Welteninsel im Vordergrund verzerrt zudem auch das Bild der Hintergrundgalaxie. Im Jahr 1964 hatte der norwegische Astrophysiker Sjur Refsdal (1935–2009) ein solches Phänomen vorhergesagt, aber bislang blieb die Suche danach ohne Ergebnis.

Die Supernova wurde im Gebiet des Galaxienhaufens MACS J1149.6+2223 im Sternbild Löwe beobachtet. Interessant war es für die Astronomen, die Lichtkurven der vier Bilder aufzuzeichnen, also die zeitliche Entwicklung ihrer Helligkeiten. Aus ihnen lassen sich die Entfernung und die Massenverteilung in der rund 5,3 Milliarden Lichtjahre von uns entfernten Vordergrundgalaxie ableiten.

Sollte es sich bei der Supernova um eine Sternexplosion des Typs Ia handeln, dann ließe sich deren Helligkeit auf rund zehn Prozent genau bestimmen. Somit könnten die tatsächlichen Verstärkungen durch die Gravitationslinse abgeleitet werden. Allerdings ist derzeit noch nicht klar, um welchen Supernovotyp es sich handelt, denn die Nachfolgebeobachtungen sind noch im Gang. Kelly, P.L. et al., arXiv:1411.6009v1, 2014



**Die Schwerkraft einer vorgelagerten Galaxie erzeugt vier Bilder von einer Supernova-Explosion, die sich in einer Galaxie weit im Hintergrund ereignet hat. Letztere wird durch die Gravitationslinse zudem stark verzerrt. In der oberen Reihe sind Archivaufnahmen ohne die Supernova in drei unterschiedlichen Wellenlängen zu sehen, die untere ist die Differenz aus den Archivaufnahmen und den Bildern mit der Sternexplosion.**

## Asteroid (130) Elektra hat zwei Monde

Mit dem Very Large Telescope der ESO in Chile wurde Anfang Dezember 2014 ein zweiter Mond dieses Kleinplaneten entdeckt. Damit ist (130) Elektra einer von fünf bekannten Asteroiden mit mehr als einem Begleiter.

## Doppelstern steht kurz vor der Verschmelzung

Die beiden massereichen Komponenten des Systems MY Camelopardalis im Sternbild Giraffe stehen offenbar kurz vor der Verschmelzung zu einem Riesenstern. Derzeit umrunden die beiden Sterne ihren gemeinsamen Schwerpunkt in nur 1,2 Tagen.

## Hayabusa-2 gestartet

Am 3. Dezember 2014 begann die japanische Asteroidenonde Hayabusa-2 ihre rund sechsjährige Mission zum Kleinplaneten 1999 JU3. Sie wird ihn Mitte 2018 erreichen und soll von ihm im Jahr 2020 Bodenproben zur Erde transportieren.

## Der Teleskopgigant E-ELT wird gebaut

Der ESO-Council, das Führungsgremium der Europäischen Südsternwarte ESO, beschloss Anfang Dezember 2014 den Bau des European Extremely Large Telescope mit einem Hauptspiegeldurchmesser von 39 Metern auf dem Cerro Armazones in Chile.

## New Horizons im Anflug auf Pluto

Mitte Januar 2015 beginnt die US-Raumsonde New Horizons mit der systematischen Beobachtung des Zwergplaneten Pluto. Im Mai 2015 werden ihre Bilder die besten Aufnahmen des Weltraumteleskops Hubble übertreffen, der dichte Vorbeiflug erfolgt am 15. Juli 2015.

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)

# Das irdische Wasser stammt eher nicht von Kometen

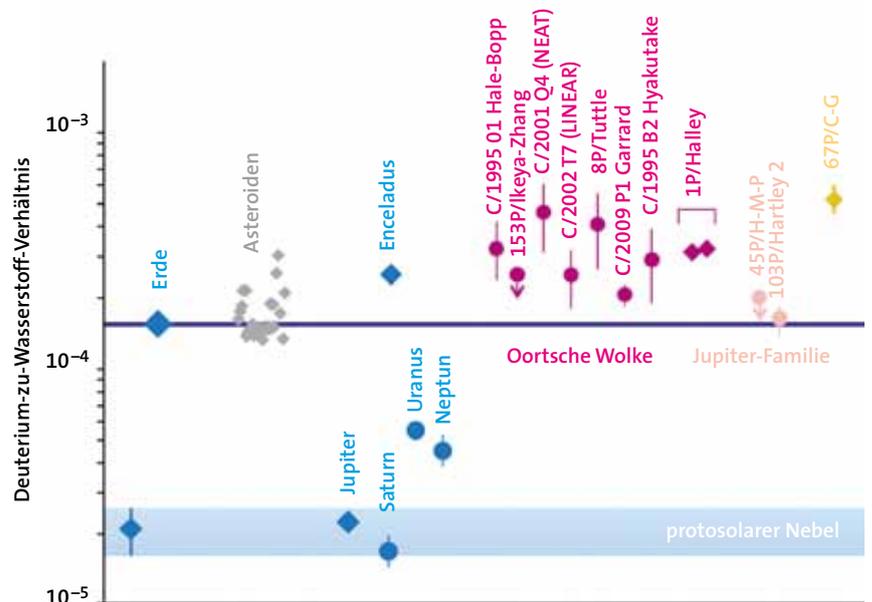
Das Verhältnis der beiden Isotope Wasserstoff und Deuterium im Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko weicht deutlich vom entsprechenden Verhältnis in den irdischen Ozeanen ab, stellte die Forschergruppe um Kathrin Altwegg an der Universität Bern fest. Sie analysierte den vom 67P ausgestoßenen Wasserdampf mit dem Massenspektrometer ROSINA an Bord der europäischen Kometenonde Rosetta. Das Deuterium-zu-Wasserstoff-Verhältnis D/H ist mehr als dreimal so hoch wie auf der Erde.

Bislang konnte D/H bei etwa einem Dutzend Kometen bestimmt werden, bis auf den Schweifstern 103P/Hartley 2 weichen alle deutlich vom irdischen Wert ab. Bei 67P ist es besonders hoch und passt nicht zum D/H-Verhältnis der irdischen Ozeane. Dieser ist der Standard der Zusammensetzung des irdischen Gesamtwassers, da sich in den Ozeanen der allergrößte Teil des Oberflächenwassers unseres Planeten befindet. Hier beträgt das D/H-Verhältnis rund  $1,5 \times 10^{-4}$ , in 67P dagegen  $5,3 \times 10^{-4}$ .

Dieses Ergebnis hat weit reichende Folgen für die Theorien über die Bildung unseres Planeten vor rund 4,6 Milliarden Jahren und die Herkunft des irdischen Wassers. Ein Szenario geht nämlich davon aus, dass unser Planet kurz nach seiner Zusammenballung und nach der Entstehung des Mondes von Tausenden eisreicher Kometen bombardiert wurde, die dabei das Wasser auf die Erde brachten. Dann müsste aber das D/H-Verhältnis der Kometen dem irdischen Verhältnis zumindest ähneln.

Nun erhalten ältere alternative Theorien wieder Auftrieb, nach denen das irdische Wasser zusammen mit den Gasen der Atmosphäre aus dem Erdmantel, der rund zwei Drittel der Gesamtmasse unseres Planeten enthält, durch vulkanische Aktivitäten regelrecht ausgeschwitzt wurde. Noch heute enthalten vulkanische Gase riesige Mengen an Wasser in Form von Dampf. Die Erde entstand aus Material, das der Meteoritenklasse der Chondrite ähnelt. Sie enthalten Wasser und dessen D/H stimmt sehr gut mit dem irdischen Wert überein. Kometen würden somit wohl nur zu einem kleinen Teil zum irdischen Wasser beigetragen haben.

Altwegg, K. et al., Science doi:10.1126/science.1261952



ESA, nach: Altwegg, K. et al., Science doi:10.1126/science.1261952, 2014, fig. 3

Das Deuterium-zu-Wasserstoff-Verhältnis für irdisches Wasser liegt bei  $1,5 \times 10^{-4}$ . Ähnliche Werte weisen viele Asteroiden auf (graue Rauten). Die Isotopenverhältnisse der meisten Kometen unterscheiden sich deutlich vom irdischen Wert (violette und rosafarbene Symbole). Der Komet Tschurjumow-Gerasimenko (67P/C-G) weicht mit  $5,3 \times 10^{-4}$  um das 3,5-Fache vom Referenzwert ab (siehe auch den Beitrag S. 20).



## Fotomontierungen

### Himmelsfotografie mit nachgeführter Spiegelreflexkamera

Von einer guten Idee zum vielseitigen Instrument, so könnte man die Entwicklung der Fotomontierungen zusammenfassen. Die ursprüngliche Idee war es, die in vielen Haushalten bereits vorhandene Spiegelreflexkamera auf eine kleine kompakte Nachführeinheit zu setzen. Auf diese Art und Weise kann der Nachthimmel lange genug belichtet werden, um ein ästhetisch anspruchsvolles Bild zu erzeugen, ohne dass die Sterne zu strichen verzerrt werden. Statt eine relativ teure parallaktische Montierung zu kaufen, reicht so ein kleines handliches Fotozubehör.

### Omegon Sightron Nano Tracker

Diese kleine Nachführeinheit wird einfach zwischen Kamera und Fotostativ geschraubt. Mit dem Peilloch kann dann der Polarstern anvisiert werden. Aufgrund einer Laune der Natur markiert dieser Stern ziemlich exakt den Punkt, um den der Nachthimmel rotiert. Der Sightron Nano Tracker führt die Kamera so mit, dass für sie der Himmel still steht. Der Sightron Nano Tracker ist so klein und leicht, dass er bequem in jede Fotoausrüstung passt!



Artikel-Nr.: 43760

Preis: 289.€

### iOptron SkyTracker

Den SkyTracker von iOptron, bieten wir Ihnen einzeln oder als Set mit nützlichem Zubehör an. Er ist mit einem Polsucherfernrohr ausgestattet. Damit kann die Genauigkeit der Ausrichtung erhöht und somit länger belichtet werden. Der integrierte Kompass und die Polhöhenfeineinstellung erlauben sogar dann die Ausrichtung der Nachführeinheit, wenn der Polarstern nicht zu sehen ist. Diese Polhöhenfeineinstellung erspart Ihnen auch die Anschaffung eines Neigers oder Kugelkopfes für das Fotostativ.



FARBWAHL:  
● ○

Artikel-Nr.: 32966

Preis: 379.€

### Sky-Watcher Star Adventurer

Mit dem Star Adventurer schließt sich der Kreis zur astronomischen Montierung: Bis zu fünf Kilogramm trägt diese Nachführeinheit. So kann statt einer Kamera auch eine kleine teleskopische Optik benutzt werden. Wir bieten den Star Adventurer auch als Set mit viel Zubehör an. Damit erhalten Sie eine vielseitige astronomische Reisemontierung.

Insbesondere die Polhöhenwiege im Set ist ein echter Gewinn: Sie ist präzise CNC-gefräst und erlaubt die Einstellung von Höhe und Azimut über ein Höhenrädchen und Gewindestangen - ganz so, wie man das von astronomischen Montierungen her kennt.



Artikel-Nr.: 45118

Preis: 269.€

## Astrokameras

### Canon EOS 60Da

Die EOS 60Da wurde speziell für Astrofotografen entwickelt. Im Gegensatz zu den normalen Modellen besitzt dieses einen astrofotografischen Tiefpass-Filter. Damit ist die 60Da im roten und infraroten Bereich wesentlich empfindlicher. Bei 656nm hat sie eine dreifach höhere Sensibilität als bei der handelsüblichen D60.



Artikel-Nr.: 24839

Preis: 1149.€

### Omegon Proteus 120 MCI

Die Omegon Proteus 120 MCI ist eine hochempfindliche monochrome Planetenkamera zum kleinen Preis! Mit einer Auflösung von 1280x960 Pixeln nehmen Sie direkt Kurs auf die Planeten in unserem Sonnensystem. Das weite Bildfeld ist sogar wie geschaffen für scharfe Fotos von der Mondoerfläche.



Artikel-Nr.: 44975

Preis: 279.€

### Omegon Capture CCD Kameras

Der 21AU618 CCD Chip, der in den Omegon Capture CCD Kameras verbaut ist, ist einer der empfindlichsten auf dem Markt der Planetenkameras. Während Sie früher längere Belichtungszeiten benötigten, nimmt dieser Chip Ihre Lieblingsobjekte sozusagen in windeseile auf. Denn eine hohe Empfindlichkeit steht auch für kurze Aufnahmezeiten.



Artikel-Nr.: 45310, 45311

Preis: je 449.€

### i-Nova Nebula Kameras

Die Kameras der Nebula-Serie ermöglichen langzeitbelichtete Aufnahmen lichtschwacher Objekte. Damit erschließen die Kameras dieser Serie Ihnen die Welt der Nebel und Galaxien zu einem Preis, der deutlich unter dem der speziellen DeepSky-Kameras liegt.



Artikel-Nr.: 45423-45430

Preis: ab 430.€

## Persönliche Beratung

Service@Astroshop.de

+49 8191 94049-1

+49 8191 94049-9

Astroshop.de

c/o nimax GmbH  
Otto-Lilienthal-Str. 9  
86899 Landsberg am Lech

Direkt an der A96 und B17,  
ca. 30min von Augsburg  
und München.

Damit wir uns genug Zeit für Sie nehmen können, rufen Sie bitte immer vor Ihrem Besuch bei uns an und vereinbaren einen Termin. »Vielen Danke«

Wir sind Mo-Fr von 9-17 Uhr und jeden 1. Sa im Monat von 10-16 Uhr für Sie da!

## Supernova 1987A : Wo ist der Neutronenstern?

Ein internationales Team von Astronomen um Giovanna Zanardo vom International Centre for Radio Astronomy Research (ICRAR) beobachtete die Überreste der Supernova 1987A im Sternbild Schwertfisch. Dabei stießen die Forscher im Inneren der Struktur auf Synchrotronstrahlung, die entsteht, wenn relativistische Elektronen nahe der Lichtgeschwindigkeit durch Magnetfelder abgelenkt werden. Dieses Signal könnte ein Hinweis auf den Neutronenstern sein, der bei der Supernova-Explosion zurückgeblieben sein sollte und nach dem seit mehr als 20 Jahren gesucht wird.

Die Supernova 1987A ereignete sich in der Großen Magellanschen Wolke – einer Zwerggalaxie in der Nachbarschaft des Milchstraßensystems. Ihr Explosionslicht erreichte uns am 23. Februar 1987. Mit einer Distanz von rund 170 000 Lichtjahren war sie die uns nächste Supernova, die seit der Erfindung des Fernrohrs beobachtet werden konnte. Der Vorläuferstern war offenbar ein Riesenstern mit rund 20 Sonnenmassen. Nachdem dieser seine äußeren Hüllen auf spektakuläre Weise abgestoßen hat, sollte der Theorie nach ein Neutronenstern am Ort der

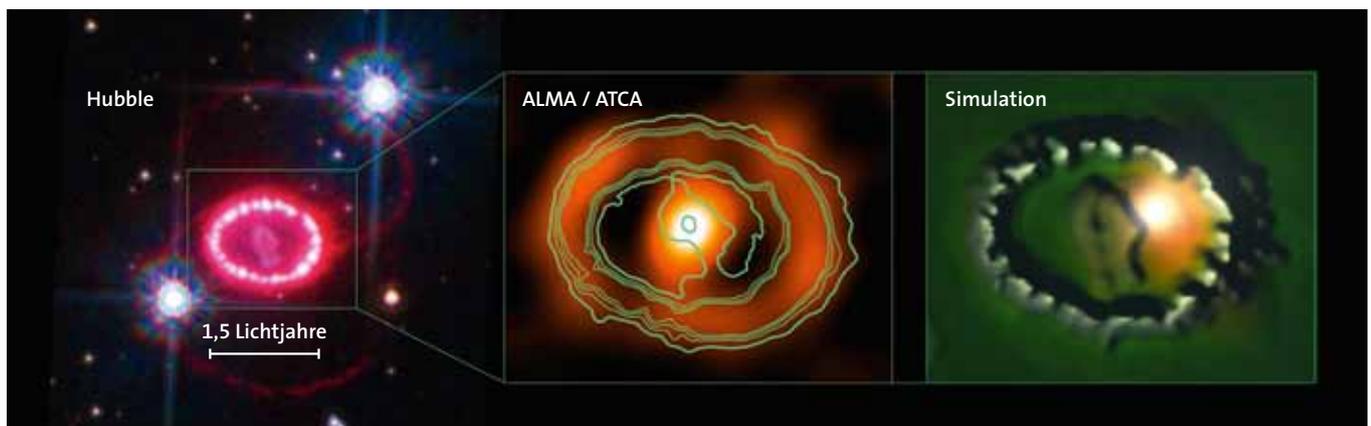
Bei verschiedenen Wellenlängen lassen sich unterschiedliche Strukturen im Überrest der Supernova ausmachen. Die Simulation rechts zeigt die mögliche Position des Neutronensterns als hellen Fleck.

Supernova zurückgeblieben sein. Dieser wurde bisher jedoch noch nicht gefunden, denn Staub in den inneren Regionen des Überrests könnte das Objekt verdecken.

Die neuen Beobachtungen mit dem Radioobservatorium ALMA und dem Australia Telescope Compact Array (ATCA) erfolgten im Submillimeterbereich bei Wellenlängen zwischen dem Radiobereich und dem fernen Infrarot. Dabei konnten die Astronomen unterschiedliche Anteile ausmachen: Strahlung, die an der sich ausbreitenden Stoßfront entsteht, und Strahlung aus den inneren Bereichen des Supernova-Überrests.

Neben der Wärmestrahlung, die auf Staub zurückgeführt wird, der sich im Zentrum ausbildet, erregte insbesondere eine Synchrotron-Komponente die Aufmerksamkeit der Forscher. Diese könnte ein Hinweis auf einen Pulsarwindnebel sein. Solche Nebel entstehen in der Umgebung von jungen Neutronensternen, wenn im Zusammenspiel von Rotation und starken Magnetfeldern geladene Teilchen auf hohe Geschwindigkeiten beschleunigt werden. Diese hochenergetischen Partikel umhüllen das kompakte Objekt und senden in Anwesenheit von magnetischen Feldern die charakteristische Synchrotronstrahlung aus. Sollte das gemessene Signal durch ein derartiges Szenario entstehen, so wäre dies der erste indirekte Nachweis für den lange gesuchten Neutronenstern im Inneren des Überrests von SN 1987A.

Astrophysical Journal, im Druck 2015



ATCA & ALMA Observations & data - G. Zanardo et al. / HST Image: NASA, ESA, K. France (University of Colorado, Boulder), P. Challis and R. Kirshner (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics)

### »Sterne und Weltraum«-Gewinnspiel

Mit etwas Glück können Sie ein Exemplar des attraktiven Sachbuchs »Bang! – Die gesamte Geschichte des Universums« gewinnen. Senden Sie die Ziffern der Fragen und den jeweils

zugehörigen Buchstaben der richtigen Lösung bis zum **14. Februar 2015** per E-Mail mit der Betreffzeile »Plejaden« an: [gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de](mailto:gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de)

**Frage 1:** Die Plejaden im Sternbild Stier sind:

- a) ein offener Sternhaufen
- b) ein Kugelsternhaufen
- c) eine Galaxie

**Frage 2:** Von den Plejaden trennen uns rund:

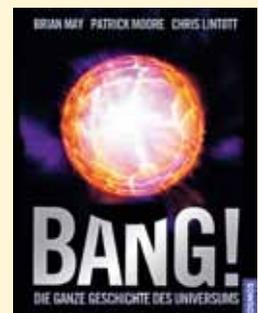
- a) 200 Lichtjahre
- b) 400 Lichtjahre
- c) 600 Lichtjahre

**Frage 3:** Das europäische Raumfahrzeug Hipparcos war

- a) ein Infrarotsatellit
- b) eine Raumsonde
- c) ein Astrometriesatellit

**Teilnahmebedingungen:** Alle »Sterne und Weltraum«-Leser, die bis zum 14. Februar 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.



## Heftige Stürme auf Uranus

Ein Forscherteam um Imke de Pater von der University of California in Berkeley beobachtet seit mehr als zehn Jahren die Vorgänge in der Atmosphäre des Eisriesen Uranus, doch die Entwicklungen im August 2014 waren auch für die Wissenschaftler überraschend. Acht riesige Stürme entdeckten sie auf der nördlichen Hemisphäre des Planeten, als sie ihn Anfang August 2014 mit dem Keck-Teleskop auf Hawaii ins Visier nahmen. Eine der Erscheinungen stellte sich sogar als der hellste Sturm heraus, der jemals im nahen Infrarot bei 2,2 Mikrometern auf Uranus gesehen wurde. Bei dieser Wellenlänge lassen sich Wolken in den obersten Schichten seiner Troposphäre abbilden, wo der Druck etwas weniger als die Hälfte des irdischen Atmosphärendrucks beträgt. Der Sturm hatte rund 30 Prozent Anteil an der Gesamt- abstrahlung von Uranus bei dieser Wellenlänge.

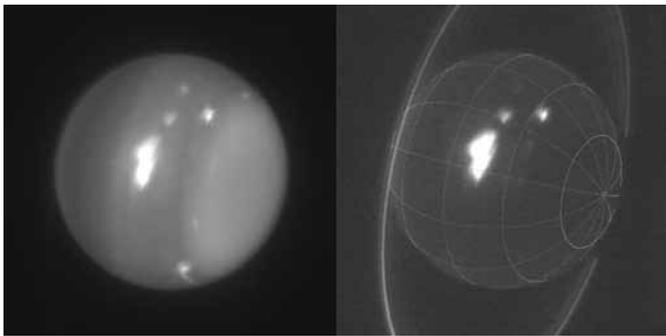
Da der Eisriese keine interne Wärmequelle besitzt, gehen die Forscher davon aus, dass solche Aktivitäten allein durch die Einstrahlung der Sonne verursacht werden. Diese ist aber auf der Nordhalbkugel des Planeten vergleichsweise schwach. Die Astronomen erwarteten Stürme dieser Art eher um das Jahr 2007, als auf Uranus die nur alle 42 Jahre wiederkehrende Tag- und-Nacht-Gleiche herrschte. Eine solche Wettergewalt rund sieben Jahre danach zeigt, wie komplex und wenig verstanden die dynamischen Prozesse in den Atmosphären der äußeren Planeten noch sind.

Doch nicht nur für die Forscher boten die extremen Stürme eine einzigartige Gelegenheit. Auch Amateurastronomen waren begeistert, dass nun auch mit den ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln klare Strukturen auf dem Uranus zu erkennen waren.

Allerdings geht die Struktur, die von den Amateurastronomen im optischen Licht beobachtet wird, nicht auf den hellen Sturm zurück, der am Keck-Teleskop entdeckt wurde. Sie sahen überwiegend einen Fleck, der sich mit Keck nur bei einer etwas kürzeren Wellenlänge von 1,6 Mikrometern abbilden ließ. Diese Strahlung entstammt tieferen Regionen der Atmosphäre, die sich unterhalb der obersten Wolken aus Methaneis befinden. Insgesamt sprechen die Farben, Formen und Intensitätsschwankungen der beobachteten Strukturen der vergangenen Monate dafür, dass sie durch Strömungen und Wirbel in tieferen Schichten der Atmosphäre hervorgerufen werden und sich nach oben hin ausbreiten.

Keck Observatory, 12. November 2014

Imke de Pater (UC Berkeley) & Keck Observatory



Diese Aufnahmen des Keck-Teleskops zeigen Uranus am 6. August 2014 bei Wellenlängen von 1,6 (links) und 2,2 Mikrometern (rechts). Der große Fleck ist ein gigantischer Sturm.

Vor 50 Jahren



### Die Doppelsternhäufigkeit in der Sonnenumgebung

»Im Hinblick auf die Sternentstehung ... ist es wichtig zu wissen, welcher Prozentsatz von allen Sternen Doppel- und Mehrfachsysteme sind.

... Über den wahren Anteil der Doppelsterne ist bis heute ... nur bekannt, daß er mindestens etwa 25 % ausmacht.

Bereits in der nächsten Sonnenumgebung (bis 20 pc) nehmen die beobachteten relativen Häufigkeiten ... mit wachsender Entfernung stark ab. Das ist ... als Auswahleffekt durch die Auflösungs-grenze der großen Refraktoren verursacht. ... Da [dabei] die Distanz [der Komponenten] (in A.E.) und [ihre] Helligkeitsdifferenz eingehen, sollte man die wahre Verteilung dieser Größen kennen. ... Es ist ... vernünftig, für die ... Distanzen Gaußverteilungen ... und für die Helligkeitsdifferenzen Rechteckverteilungen anzunehmen, deren Parameter man ... wählen kann. ... Es zeigt sich, daß die beste Annäherung [an die Beobachtungen] bei sehr hohen Doppelsternhäufigkeiten eintritt, ... [bei] ca. 60 %. Das Maximum der Distanz-Verteilung ist bei 3 A.E. angenommen.« (SuW, Februar 1965, S. 36)

Die Doppelsterne haben eine lange Geschichte. Schon 1767 schloss Reverend John Michell, Mitglied der Royal Society, aus der Zahl eng beieinander stehender Sterne, dass echte, durch Gravitation gebundene Doppelsterne existieren müssten. Ab Beginn des 19. Jahrhunderts wurden solche Systeme an der Bahnbewegung ihrer Komponenten erkannt. Die Lehrbücher der 1960er Jahre konzentrierten sich noch ganz auf die Bestimmung der Bahnen und die daraus folgende direkte Massenbestimmung für die Komponenten. Erst später erkannte man, dass Nova-Ausbrüche und viele andere faszinierende Erscheinungen auf Wechselwirkungen in Doppelsternsystemen beruhen. Die Statistik der Doppelsterne war noch kein Thema für Lehrbücher.

Der 1957 erschienene Katalog sonnennaher Sterne hatte eine solche Statistik geliefert, freilich mit dem erwähnten Manko, dass der Anteil der Doppelsterne von der Entfernung abzuhängen schien. Die oben zitierte Arbeit zeigte jedoch, dass diese Abhängigkeit verstanden und korrigiert werden kann. Ein wirklich zuverlässiges Ergebnis – mit einer Doppelsternhäufigkeit von 53 Prozent und einem mittleren Abstand der Komponenten von 30 Astronomischen Einheiten – ergab sich erst 1991 aus der Untersuchung von 164 sonnenähnlichen Sternen. Es beruhte auf präzisen Messungen der Radialgeschwindigkeiten, derselben Methode, die ab 1995 zur Entdeckung der ersten Exoplaneten führte. Nachfolgende Nahinfrarot-Beobachtungen fanden bei jungen Sternen sogar noch höhere Doppelsternhäufigkeiten.

Doppel- und Mehrfachsterne stellen den Königsweg der Sternentstehung dar. Die Mehrzahl der Sterne befinden sich bei ihrer Geburt und selbst noch heute in solchen Systemen. Nur wer auch die Doppelsterne versteht, kann sagen, er habe die Sternentstehung verstanden. CHRISTOPH LEINERT