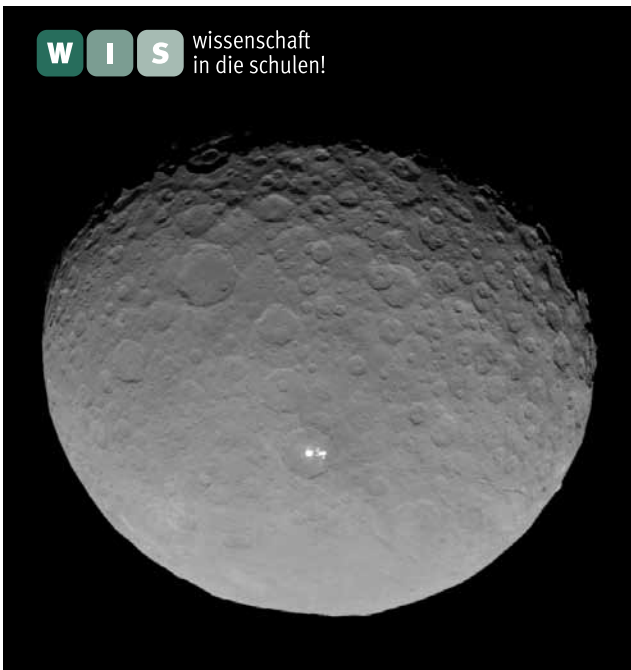


W I S wissenschaft
in die schulen!



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

Raumsonde Dawn: Erste Erkundungsphase abgeschlossen

Seit die Raumsonde Dawn am 23. April 2015 in den ersten Kartierorbit um Ceres einschwenkte, hat sie rund 2000 Bilder des Zwergplaneten zur Erde übermittelt (siehe SuW 6/2015, S. 15). Sie zeigen die gesamte Oberfläche des rund 950 Kilometer großen Himmelskörpers mit einer räumlichen Auflösung von rund 1,3 Kilometern pro Bildpunkt. Dawn umrundete Ceres auf einer polaren Bahn in einer Höhe von 13 600 Kilometern über der Oberfläche. Mit Schubmanövern des Ionenantriebs verließ die Sonde diese Bahn und näherte sich nach und nach dem Zwergplaneten weiter an. Am 6. Juni 2015 begann die nächste Erkundungsphase, der sogenannte Survey Orbit.

Nach wie vor unbekannt ist die Ursache der auffälligen hellen Flecken auf dem Zwergplaneten Ceres in dem rund 90 Kilometer großen Krater unterhalb der Bildmitte.

Dieser ist ebenfalls polar. Dawn umrundet Ceres nun in einer Höhe von 4400 Kilometern und ihre Bilder erreichen eine Auflösung von 400 Metern pro Bildpunkt. Während der Flugphase zum Survey Orbit nahm Dawn immer wieder Bilder zu Navigationszwecken auf.

Auf den Aufnahmen, die Dawn bislang übertrug, lässt sich deutlich die stark zerkraterte Oberfläche des Zwergplaneten erkennen. Die hohe Anzahl an Kratern weist auf eine alte Oberfläche aus der Frühzeit des Sonnensystems vor rund vier Milliarden Jahren hin. Allerdings verteilen sich die Krater nicht homogen über die Oberfläche. Es gibt Regionen, die relativ glatt erscheinen und nur wenige Einschlagkrater aufweisen. Dies sind Hinweise darauf, dass in diesen Bereichen die Oberfläche durch eine innere geologische Aktivität von Ceres erneuert wurde. Zudem finden sich längliche Strukturen, die auf Bruchvorgänge in der Kruste hindeuten.

Nach wie vor widersetzen sich die hellen Flecken auf der Ceres-Oberfläche einer Enträtselung. Sie wurden schon mit dem Weltraumteleskop Hubble im Jahr 2004 gesichtet. Die derzeit besten Aufnahmen von Dawn enthüllen nun, dass die beiden Hauptflecken von kleineren Strukturen umgeben sind, die nur etwa 1,3 Kilometer groß sind. Nach Ansicht der Forscher um Andreas Nathues vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Göttingen könnten die Flecken aus frischem Eis bestehen, das durch Meteoriteneinschläge freigelegt wurde. Möglich wären auch Ablagerungen von hellen Salzen, die aus dem Inneren von Ceres ausgetreten sind. Vielleicht tragen die Aufnahmen vom Survey Orbit dazu bei, das Geheimnis dieser Flecken endlich zu lüften.

NASA, JPL, MPS, DLR, 11. Mai 2015

Ein Quasar-Quartett im jungen Universum

Quasare sind die leuchtkräftigsten Quellen im Universum, und sie sind im Normalfall durch viele 100 Millionen Lichtjahre voneinander getrennt. Nun stieß ein Forscherteam um Joseph F. Hennawi vom Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg auf gleich vier Quasare, die sich in einem Gebiet mit einem Durchmesser von nur rund einer Million Lichtjahren befinden. Quasare, manchmal auch quasistellare Quellen genannt, sind die Kerne aktiver Galaxien, in denen das zentrale, extrem massereiche Schwarze Loch große Mengen an Materie aufnimmt. Diese sammelt sich in einer Scheibe um das Schwarze Loch an und heizt

sich dabei enorm auf. Dadurch leuchtet der Galaxienkern extrem hell. Er kann rund 100-mal so hell strahlen wie die restliche Galaxie mit ihren hunderten Milliarden Sternen.

Das Quasarstadium ist eine recht kurze Phase der Entwicklung von jungen Galaxien. Quasare leuchten im Mittel nur rund zehn Millionen Jahre lang – bei einem mittleren Alter von rund zehn Milliarden Jahren also rund ein Promille. Daher schätzen die Forscher die Wahrscheinlichkeit, durch Zufall auf ein Quartett von Quasaren zu stoßen, auf 1 : 10 Millionen.

Sie taufen daher ihren Fund auf den Namen »Jackpot-Nebel«. Zuvor muss-

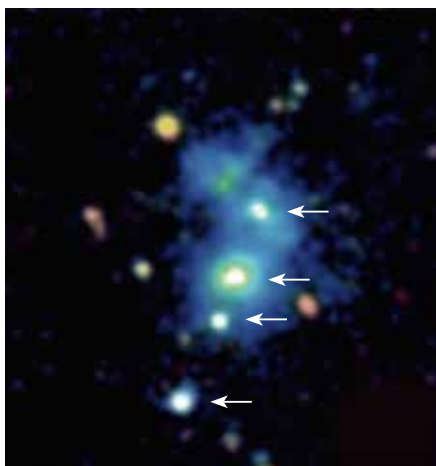
ten sie ausschließen, nicht durch eine Gravitationslinse genarrt worden zu sein, die Mehrfachbilder eines einzelnen Quasars durch Lichtbeugung erzeugt. Tatsächlich konnten die Astronomen nachweisen, dass es sich wirklich um vier individuelle Quellen in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander handelt.

Derzeit kennen wir rund eine halbe Million Quasare, darunter 100 Doppelquasare. Des Weiteren ist ein Tripelquasar bekannt, ein Quasar-Quartett war bislang unbekannt. Auf dessen Spur kamen die Forscher, als sie einen so genannten Lyman-Alpha-Nebel bei einer Rotverschiebung $z = 2$ untersuchten. Zu dieser Zeit war das Universum weniger

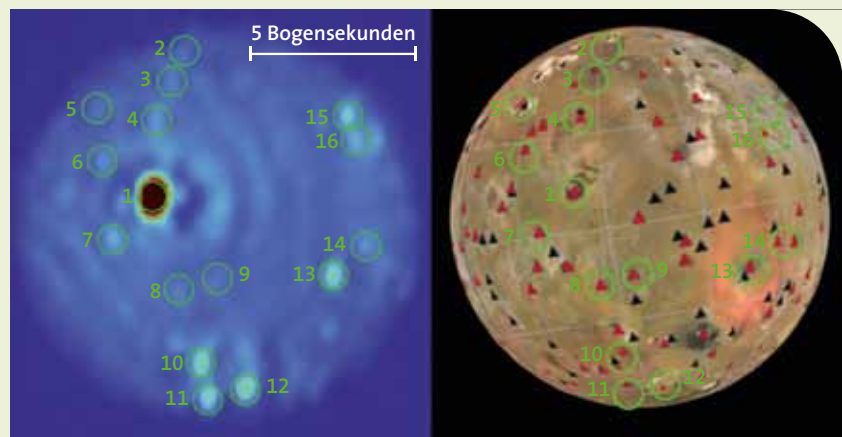
als vier Milliarden Jahre alt. Das Licht von diesem Nebel benötigte somit rund zehn Milliarden Jahre, um zu uns zu gelangen. Der Nebel ist eine riesige, dichte Wolke aus vergleichsweise kühlem Wasserstoffgas. Er wird durch die enorme Strahlung der Quasare zum Leuchten im Licht der Lyman-Alpha-Strahlung im Ultravioletten angeregt. Die Forscher gehen davon aus, dass sich in diesem Nebel gerade ein Galaxienhaufen bildet. Vier von den gerade entstehenden Welteninseln durchlaufen nun gleichzeitig ihr Quasarstadium.

In dem Nebel stehen die Protogalaxien dicht beieinander und beeinflussen sich wechselseitig mit ihrer Schwerkraft. Durch Gezeiteneffekte gelangen in den jungen Galaxien befindliche riesige Mengen an Gas und Staub zu den zentralen massereichen Schwarzen Löchern und stürzen schließlich in diese hinein. Allerdings gehen die Astrophysiker davon aus, dass sich Galaxienhaufen eher nicht in Lyman-Alpha-Nebeln mit ihrem relativ dichten und kühlen Gas bilden sollten. Die derzeitigen Erklärungsmodelle postulieren anhand von Computersimulationen, dass Galaxienhaufen während ihrer Entstehung von heißem und dünnem Gas umgeben sein sollten. Das Quasar-Quartett ist entweder eine ungewöhnliche Laune der Natur, oder die Modelle zur Beschreibung der Galaxienentstehung sind noch fehlerhaft.

Hennawi, J. F. et al., Science 348, S. 779–783, 2015



Die Positionen der vier Quasare sind durch Pfeile angezeigt. Der Nebel, in den die Quasare eingebettet sind, ist als bläuliches, durchscheinendes Gebilde zu sehen. Er hat eine Ausdehnung von rund einer Million Lichtjahren.



Mit dem Large Binocular Telescope entstand diese interferometrische Aufnahme des Jupitermonds Io (links). Er ist hier mit einem Vergleichsbild aus Raumsondendaten zu sehen (rechts). Der Vulkan Loki Patera ist der auffällige rote Fleck nahe der Bildmitte, weitere weniger stark aktive Vulkane sind mit grünen Kreisen markiert.

Vulkane auf Io von der Erde aus beobachtet

Der Jupitermond Io ist der vulkanisch aktivste Himmelskörper in unserem Sonnensystem und unterliegt ständigen Veränderungen. Mit dem Large Binocular Telescope (LBT) auf dem Mount Graham im US-Bundesstaat Arizona konnten Forscher um Albert Conrad von der University of Arizona Io nun mit sehr hoher räumlicher Auflösung beobachten und dabei im nahen Infraroten einen Ausbruch des Vulkans Loki Patera dokumentieren. Dafür wurden die zwei 8,4-Meter-Teleskope des LBT durch interferometrische Verfahren zu einem Riesenteleskop zusammengeschaltet, dessen Auflösung einem Instrument mit einem Hauptspiegeldurchmesser von 22,8 Metern entspricht. In der Entfernung von Io zur Erde erreicht das LBT in diesem Modus eine Auflösung von rund 100 Kilometern, das entspricht 32 Millibogensekunden. Die Bilder entstanden am 24. Dezember 2013 und wurden erst kürzlich veröffentlicht.

Auf den Übersichtsaufnahmen von Io, die mit speziellen mathematischen Rechenverfahren aus den Rohdaten erzeugt wurden, erscheint Loki Patera als ein auffälliger Fleck – hier entweicht intensive thermische Strahlung. Tatsächlich konnte die Jupitersonde Galileo Lava mit Temperaturen von mehr als 1400 Grad Celsius nachweisen. Der Vulkan Loki Patera wurde bereits im Jahr 1979 von der Raumsonde Voyager 1 entdeckt und erwies sich bei allen weiteren Beobachtungen als beständig aktiv. Neben Loki zeigen sich auf den Bildern von Io noch 15 weitere, deutlich schwächere Ausbruchsstellen. 13 von ihnen waren bereits bekannt und auf Bildern der Raumsonde Galileo aufgespürt worden. Zwei von ihnen sind dagegen neue, bislang unbekannte Vulkane.

Durch weitere Auswertung der LBT-Bilddaten konnten die Forscher noch feinere Details des Ausbruchs von Loki herausfiltern. Die Wärmestrahlung geht demnach überwiegend von zwei Bereichen im Krater des Vulkans aus. Diese als Caldera bezeichnete Struktur hat einen Durchmesser von rund 200 Kilometern und erscheint auf den Raumsondenbildern im sichtbaren Licht wie ein dunkles Hufeisen. Das dunkle Material ist erstarrte silikatische Lava. Die heißen Flecken befinden sich im südlichen Teil der Caldera. Der hellere Fleck dürfte eine Region sein, an der ständig frische und somit heiße Lava zu Tage tritt, während der andere, schwächere Fleck wohl abkühlende Lava ist. Solche erdgebundenen Beobachtungen von Io sind derzeit die einzige Möglichkeit, die vulkanische Aktivität des Mondes zu dokumentieren, da sich keine Raumsonde im Jupitersystem aufhält.

Conrad, A. et al., The Astronomical Journal 149, 175, 2015

Extreme Temperaturen auf Exoplanet 55 Cancri e

Die Temperaturen auf der Tagseite dieser Super-Erde schwanken innerhalb kurzer Zeiträume zwischen 1000 und 2700 Grad Celsius. Die Ursache ist wahrscheinlich extrem starker Vulkanismus, denn die Abstände vom Planeten zu seinem Stern unterliegen nur geringen Änderungen.

Salze auf Jupitermond Europa

Die auffälligen dunklen Streifen der Eisoberfläche von Europa werden offenbar von abgelagerten Salzen eingefärbt. Sie stammen vermutlich aus dem Wasserozean unterhalb der Eiskruste.

Harvey-Preis für Reinhard Genzel

Im April 2015 wurde Reinhard Genzel, dem Direktor des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik, der »2014 Harvey Preis« vom Technion, dem israelischen Institut für Technologie für Spitzenleistungen in der astronomischen Forschung verliehen.

40 Jahre ESA-Bodenstationen

Seit dem Jahr 1975 baute die Europäische Raumfahrtbehörde ESA ein eigenes Netzwerk für die Kommunikation mit Raumflugkörpern auf. Die erste Bodenstation entstand im spanischen Villafraanca, heute verfügt die ESA über zehn Stationen in weltweit sieben Ländern.

Wie kommt es zu einsamen Galaxien?

Gezeiteneffekte in engen Galaxienhaufen können dafür sorgen, dass manche Welteninseln in das leere All geschleudert werden. Sie werden als »kompakte elliptische Galaxien« bezeichnet und sind die Kernbereiche ehemals größerer Sterneneinseln.

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

Supernova 1987A explodierte asymmetrisch

Anfang des Jahres 1987 explodierte in der Großen Magellanschen Wolke, einer kleinen Begleitergalaxie unseres Milchstraßensystems, ein massereicher Stern als Supernova. Trotz ihrer Entfernung zu uns von rund 170 000 Lichtjahren konnte das Ereignis am Südhimmel über viele Tage hinweg sogar mit dem bloßen Auge beobachtet werden. Die Supernova 1987A war seitdem wegen ihrer relativen Nähe ein wichtiges Untersuchungsobjekt für die Astrophysiker, die dabei eine Menge über die Vorgänge bei solchen Explosionen erfuhren.

Eine Arbeitsgruppe um Steven E. Boggs von der University of California in Berkeley beobachtete nun den Überrest der Explosion im Röntgenlicht mit dem Satelliten NuSTAR, dem Nuclear Spectroscopic Telescope Array. Dabei stellten die Forscher fest, dass zwei Emissionslinien des radioaktiven Isotops Titan-44 eine deutliche Rotverschiebung aufweisen. Die Röntgenstrahlung stammt vom Zerfall des Titan-44 in den durch die Explosion ins All geworfenen Überresten des Sterns. Aus der bei dieser Strahlung gemessenen Rotverschiebung ergibt sich, dass sich diese Gaswolken mit rund 700 Kilometer pro Sekunde von uns entfernen.

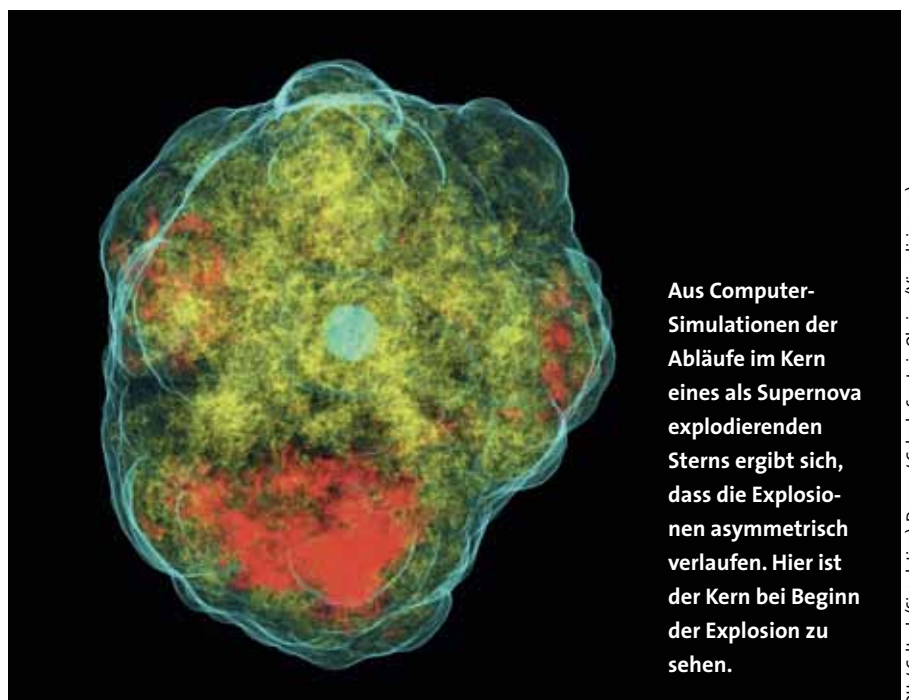
Dagegen wurden keine Strahlungskomponenten mit blauverschobenen Emissionslinien beobachtet, also Teile der Wolke, die sich auf uns zu bewegen. Dies

wäre dann der Fall, wenn die Explosion von SN 1987A symmetrisch erfolgt wäre. Schon früher hatten Computersimulationen der Vorgänge in der Kernzone des Sterns bei der Zündung der Explosion darauf hingewiesen, dass sie nur dann erfolgt, wenn es zu Inhomogenitäten beim Kollaps der Kernzone kommt.

Bei SN 1987A handelte es sich um eine Supernova des Typs II. Bei diesem Typ hat ein massereicher Stern den größten Teils seines Brennstoffs verbraucht, und in seinem Kern bildete sich ein Ball aus Eisen, in dem keine nuklearen Fusionsreaktionen mehr ablaufen. Schließlich kann der Eisenkern den enormen Drücken und Temperaturen im Sterninneren nicht mehr standhalten und er kollabiert innerhalb von Sekunden zu einem noch weitaus kompakteren Objekt. Dabei kann je nach Masse des Sterns ein Neutronenstern oder gar ein Schwarzes Loch entstehen.

Beim Kollaps der Kernzone werden enorme Stoßwellen freigesetzt, welche die umgebenden Massen im Sterninneren stark erhitzen und komprimieren, so dass in diesem Bereich heftige Kernreaktionen zünden. Sie erzeugen derart große Energiemengen, dass der Stern innerhalb von Stunden völlig auseinandergerissen wird. Solche Explosionen leuchten für wenige Tage oder Wochen heller als alle Sterne einer Galaxie zusammen.

Boggs, S. E. et al., Science 348, S. 670–671, 2015



Aus Computer-Simulationen der Abläufe im Kern eines als Supernova explodierenden Sterns ergibt sich, dass die Explosionen asymmetrisch verlaufen. Hier ist der Kern bei Beginn der Explosion zu sehen.

Ott / Caltech (Simulation), Drasco / Calpoly San Luis Obispo (Visualisierung)



Astroshop.de

Ihr Partner für die Astronomie.

MEADE

Sky-Watcher

CELESTRON

Vixen

ORION

TeleVue

HERSCHEL

Himmelsfotografie mit DSLR

■ 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 die handelsüblichen D60.



Artikel-Nr.: 24839

Preis: 1149.€

■ 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 Polhöhenwaage 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. Auch als Set erhältlich.



Artikel-Nr.: 45118, 45119

Preis: ab 269.€

Steeltrail



■ Omegonpro Steeltrail

EDELSTAHL OKULARAUSZÜGE IN HIGH-END AUSFÜHRUNG

Würden Sie Ihr Teleskop gerne mit einem besseren Okularauszug ausstatten und spielend leicht den exakten Fokus finden? Mit den neuen Omegon Steeltrail Crayfordauszügen setzen Sie ab sofort auf höchste Präzision bei der Fokussierung.

Die Omegon Steeltrail Auszüge gibt es in drei Versionen: 2" SC-Crayford mit 1:10 Dualspeed, 2" Newton-Crayford mit 1:10 Dualspeed und 2" Helical Auszug mit Innenfokussierung für Newton.

Die Omegon Steeltrail Crayfordauszüge bestehen aus gehärtetem Edelstahl. Die V2A-Kugellager laufen zusätzlich auf Edelstahlführungen entlang. Der Okularauszug erreicht dadurch eine deutlich höhere Präzision. Mit dem Helicalauszug fokussieren Sie so genau wie mit einem Crayford. Die Tragkraft ist jedoch deutlich höher und damit optimal für schweres Zubehör.

Artikel-Nr.: 45072-45074

Preis: ab 239.€

Astrokameras

■ 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 Mondoberfläche.

Für Ihre Fotos von Galaxien und Nebeln bietet sich die Kamera auch als empfindlicher Autoguider an.



Artikel-Nr.: 44975

Preis: 349.€ **249.€**

■ 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.

Im Gegensatz zum ICX098BQ-Chip, der in vielen Kameras zum Einsatz kommt, bietet dieser CCD-Chip bei der Farbvariante 50% mehr Empfindlichkeit im blauen, 100% mehr im grünen und 200% mehr im roten Bereich.



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 Deep-Sky-Kameras liegt.

Das Gesamtbild eines lichtschwachen Objekts wird erzeugt, indem Bilder mit relativ kurzer Belichtung erzeugt und übereinander gelagert werden (man nennt das auch „Stacking“).

Eine echte Besonderheit der i-Nova-Kameras ist, dass Sie diesen Prozess live an ihrem PC oder Laptop verfolgen können.



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 Dank«

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

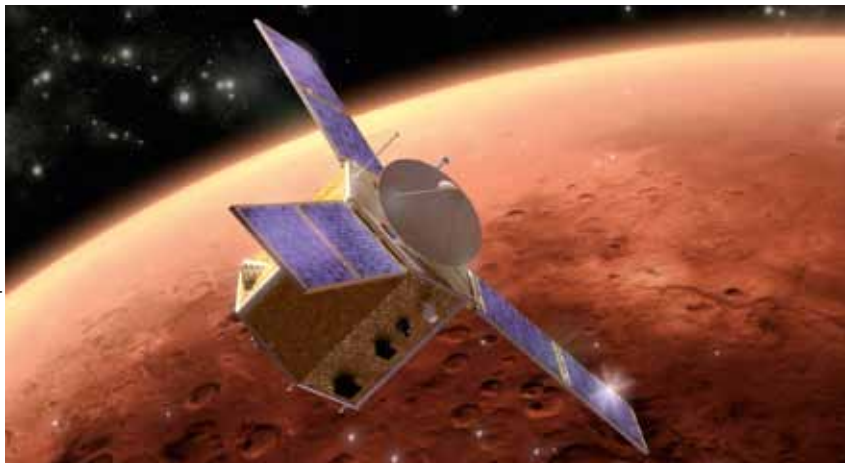
Al-Amal: Eine arabische Marssonde

Mit dem Projekt Emirates Mars Mission der Vereinigten Arabischen Emirate wird erstmals ein arabisches Land in den Weltraum jenseits der Erdumlaufbahn vorstoßen. Die Sonde soll den Namen al-Amal (arabisch: Hoffnung) erhalten. Der Start ist für Juli 2020 vorgesehen, danach wird die Sonde rund 200 Tage benötigen, um den Roten Planeten im Frühjahr 2021 zu erreichen. Beim Mars angekommen, soll die Sonde ihren Bordantrieb zünden, um in einen Orbit einzutreten. Danach wird sie sich auf einer weiten elliptischen Bahn mit einer Umlaufperiode von 55 Stunden befinden. Sollte das Einschwenken erfolgreich sein, so hoffen die Verantwortlichen auf mindestens zwei Jahre Betrieb in der Marsumlaufbahn.

Al-Amal ist eine einfach aufgebaute Sonde mit einem Gesamtgewicht von 1,5 Tonnen. Den Sondenkörper bildet ein sechseckiges Prisma, das rund 2,9 Meter hoch und 2,4 Meter breit ist. An jeder zweiten Prismenfläche befindet sich ein ausklappbarer Solarzellenausschlag, der in Marsentfernung je rund 600 Watt an elektrischer Leistung produziert. Auf der oberen Basisfläche des Prismas ist eine Parabolantenne mit 1,5 Meter Durchmesser angebracht, die zur Kommunikation mit der Bodenstation und der Datenübermittlung zur Erde dient.

Al-Amal ist mit drei wissenschaftlichen Instrumenten ausgerüstet, die vor allem die dünne Atmosphäre des Roten Planeten untersuchen sollen. Der Emi-

rates Exploration Imager (EXI) ist eine Farbkamera, die hoch aufgelöste Bilder der Marsoberfläche zur Erde übertragen soll. Mit dem Emirates Mars Ultraviolet Spectrometer (EMUS) wird vor allem das Geschehen in den hohen Schichten der Marsatmosphäre untersucht. Besonderes Interesse besteht hier am Verhalten von ionisiertem Wasserstoff und Sauerstoff, die vom Roten Planeten entweichen und ihn zeitlich variabel einhüllen. Diese so genannten Koronen soll EMUS im Detail beobachten. Das Emirates Mars Infrared Spectrometer (EMIRS) misst die thermische Struktur der Marsatmosphäre und bestimmt die Gehalte an Wassereis, Wasserdampf und festem Gesteinsstaub in Abhängigkeit von der Höhe über der Marsoberfläche. Für die Auswertung der von al-Amal übertragenen Daten kooperieren die Vereinigten Arabischen Emirate mit Forschungsinstitutionen in der ganzen Welt, um das nötige Knowhow zu erlangen. Dafür werden alle Daten der Sonde den Planetenforschern zur Verfügung gestellt. Mohammed bin Rashid Space Centre, Mai 2015



Mohammed bin Rashid Space Centre

Im Frühjahr 2021 soll die Marssonde al-Amal (arabisch: Hoffnung) in eine Umlaufbahn um den Roten Planeten eintreten und ihn für rund zwei Jahre aus der Nähe erkunden.

»Sterne und Weltraum«-Gewinnspiel

Mit etwas Glück können Sie ein Exemplar des informativen und reich illustrierten Sachbuchs »Der Kosmos Sternführer« gewinnen, das im Franckh-Kosmos-Verlag Stuttgart erschien.

Senden Sie die Ziffern der Fragen und den jeweils zugehörigen Buchstaben der richtigen Lösung bis zum **9. Juli 2015** per E-Mail mit der Betreffzeile »Messenger« an: gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de

Frage 1: Messenger erreichte die Merkurumlaufbahn im Jahr:

- a) 2011
- b) 2012
- c) 2013

Frage 2: Messenger umrundete Merkur für rund:

- a) drei Jahre
- b) vier Jahre
- c) fünf Jahre

Frage 3: Messenger absolvierte wieviele Orbits um Merkur:

- a) 4100
- b) 5100
- c) 6100

Teilnahmebedingungen: Alle »Sterne und Weltraum«-Leser, die bis zum 9. Juli 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.



Ein entstehender Sternhaufen in einer fernen Galaxie

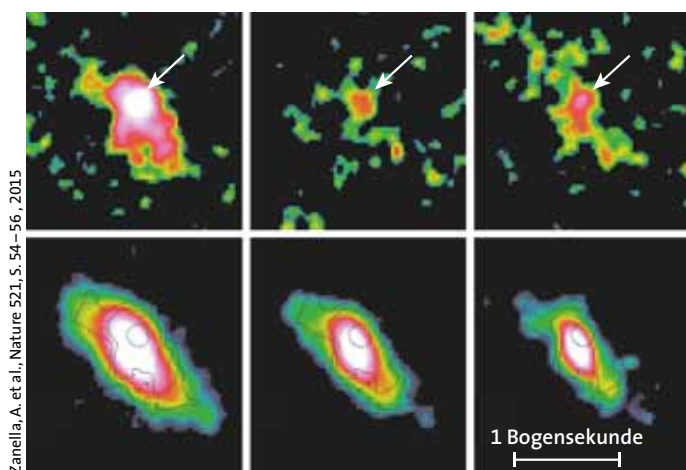
Mehr als eine Milliarde Sonnenmassen enthält ein Klumpen aus Gas und Staub in einer weit entfernten Galaxie mit einer Rotverschiebung von $z = 1,987$, welche die Forschergruppe um Anita Zanella von der Université Paris Diderot beobachtete. Die Astronomen setzten dafür das Weltraumteleskop Hubble ein und konnten diese Galaxie spektroskopisch und räumlich aufgelöst untersuchen. Wir sehen die Welteninsel zu einer Zeit, als das Universum nur gut drei Milliarden Jahre alt war, also etwa ein Fünftel seines heutigen Alters aufwies. Zu dieser Zeit erreichte die Sternentstehung im beobachtbaren Universum ihren Höhepunkt.

Die Astrophysiker vermuten schon seit Langem, dass die Sternentstehung in dieser Zeit zu einem großen Teil in massereichen Klumpen aus Gas und Staub stattfand. Diese entstanden durch Schwerkraftinstabilitäten in turbulenten gasreichen Scheiben. Bislang konnte die Entstehung eines sol-

chen Haufens noch nicht beobachtet werden. Zudem war es fraglich, ob derartige Klumpen die starke Strahlung und Sternwinde überstehen, die von den neugebildeten Sternen ausgehen. Aus diesen Klumpen sollen später die zentralen Aufwölbungen (englisch: bulge) der Galaxien entstehen.

Bei den jetzt veröffentlichten Ergebnissen sind sich die Forscher sicher, einen ausgedehnten Klumpen aus Gas und Staub gefunden zu haben, in dem derzeit intensive Sternentstehung stattfindet. Dies wäre dann die erste Beobachtung eines solchen Gebildes in einem frühen Stadium. Das Alter dieses Klumpens beträgt weniger als zehn Millionen Jahre. Aus den spektroskopischen Untersuchungen leiten die Wissenschaftler um Anita Zanella eine Sternentstehungsrate von 32 ± 6 Sonnenmassen pro Jahr ab – sie ist etwa zehnmal so hoch wie in unserem wesentlich älteren Milchstraßensystem.

Zanella, A. et al., Nature 521, S. 54–56, 2015



Mit dem Weltraumteleskop Hubble gelangen diese Aufnahmen einer Scheibengalaxie mit der Rotverschiebung $z = 1,987$ bei unterschiedlichen Wellenlängen. In den oberen drei Bildern ist ein Klumpen aus Gas und Staub markiert (Pfeil). In ihm findet derzeit intensive Sternentstehung statt. Die unteren Teilbilder sind Übersichtsaufnahmen der Galaxie.

Vor 50 Jahren



Warum pulsieren die Delta-Cephei-Sterne?

»Eigentlich stand die Antwort schon 1926 in EDDINGTONS Buch über den inneren Aufbau der Sterne. ... Würde man einen Stern von allen Seiten

gleichmäßig zusammendrücken und dann loslassen, so würde [er] radial pulsieren, ... [doch] gedämpft. ... Ein ... Stern von den Dimensionen eines Delta-Cephei-Sternes [müßte deshalb] ... etwa nach 100 Jahren wieder in Ruhe sein. ... [Aber] der Stern Delta Cephei selbst [pulsiert] seit seiner Entdeckung im Jahre 1784 mit unverminderter Stärke. Wo ist also der Motor, der die Schwingungen ... aufrecht hält? ... EDDINGTON machte in seinem Buch auf einen ... Mechanismus aufmerksam, der in [den] stark schwingenden Außenschichten wirksam werden soll. ... Wenn bei Kompression die Absorption ansteigt, dann wird mehr Strahlungsenergie absorbiert als in der Ruhelage. ... Die Absorption der Sternmaterie wirkt wie ein Ventil für die nach außen gehende Strahlung, das sich im Rhythmus der Pulsation öffnet und schließt. ... ZHEVAKIN zeigte nun ... im Jahre 1953, daß bei einem Delta-Cephei-Stern die schwingungsanregende Wirkung der äußeren Schichten ausreicht, ... den Stern ungedämpft schwingen zu lassen. ... Verknüpft man [dies] ... mit Pulsationsrechnungen, bei denen der hier beschriebene Mechanismus berücksichtigt wird, dann ... kann man ... z.B. die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung erklären.«

(SuW, Juli/August 1965, S. 148)

Die Delta-Cepheiden sind helle Sterne. Die durch radiale Bewegung verursachten Verschiebungen ihrer Spektrallinien sind relativ leicht zu beobachten. Man hielt sie – nach der Entdeckung des ersten spektroskopischen Doppelsterns Mizar im Jahr 1890 – zunächst für Sternpaare, die sich beim Umlauf abdecken. Dass dies aber nicht sein kann, zeigte 1914 Harlow Shapley: Die beobachtete radiale Bewegung ist deutlich kleiner als der Radius dieser Sterne.

Der obige Beitrag von Rudolf Kippenhahn und Alfred Weigert schließt sich an Sergei Zhevakin an. Die Autoren stützen sich auf eine bessere Kenntnis des Absorptionsvermögens der heißen Materie im Sterninneren und können Zhevakins Ergebnis endgültig bestätigen: Die Anregung findet in jenen äußeren Schichten des Sterns statt, in denen bei Temperaturen von etwa 40 000 Grad die Atome des bereits einfach ionisierten Heliums auch ihr zweites Elektron verlieren.

Die ständig verbesserten Absorptionswerte ergaben um 1990, dass durch Eisen und verwandte Elemente eine weitere instabile Zone bei 200 000 Grad entsteht. Diese wirkt sich aber eher auf Feinheiten aus, etwa Schwingungen in Obertönen. Die Autoren hatten also Recht, wenn sie 1965 stolz behaupteten: »Noch [ist man] weit davon entfernt, alle Eigenschaften der Delta-Cephei-Sterne im Detail zu verstehen. Es scheint aber durchaus so zu sein, dass die Frage nach der Ursache ihrer Pulsation heute richtig beantwortet ist.«

CHRISTOPH LEINERT