

NASA, ESA, and B. Salmon (STScI)

Mit dem Weltraumteleskop Hubble gelang diese Aufnahme des Galaxienhaufens SPT-CL J0615-5746 im südlichen Sternbild Dorado. Im Inset ist die gelinste Galaxie SPT0615-JD sichtbar, die eine Rotverschiebung von  $z = 10$  aufweisen könnte.

20 Bogensekunden  
750 000 Lichtjahre

## Eine Galaxie am Rand des Kosmos: SPT0615-JD

Mit den Weltraumteleskopen Hubble und Spitzer wies ein internationales Forscherteam um Brett Salmon vom Space Telescope Science Institute in Baltimore, Maryland, eine leuchtschwache Galaxie aus der Frühzeit des Universums nach. Nach den Ergebnissen hat

SPT0615-JD eine Rotverschiebung von  $z = 10$ , das heißt, wir sehen die Galaxie so, wie sie etwa 500 Millionen Jahre nach dem Urknall erschien. Zu dieser Zeit hatte das Universum erst etwa vier Prozent seines Alters von rund 13,8 Milliarden Jahren erreicht.

Die Galaxie lässt sich nur deshalb beobachten, weil ihr Licht durch eine Gravitationslinse verstärkt wird. Die Linse ist der Galaxienhaufen SPT-CL J0615-5746. Allerdings ist diese Linse optisch nicht perfekt, sondern verzerrt das Bild der weit hinter ihr befindli-



## Die 30. Generalversammlung der IAU in Wien

Vom 20. bis zum 31. August 2018 lädt die Internationale Astronomische Union (IAU) zu ihrer 30. Generalversammlung in die österreichische Hauptstadt Wien ein. Damit findet nach zwölf Jahren wieder eine derartige Veranstaltung in Europa statt, die letzte war 2006 in Prag. Die Generalversammlungen sind die wissenschaftlichen Flaggschiffe der IAU. Sie sollen die Astronomie voranbrin-

gen und wichtige Kernfragen bestimmen und klären. Zudem gibt es Fokus-Treffen, die sich mit Themen befassen, die für eine Gruppe von IAU-Mitgliedern relevant sind. Die Hauptversammlung umfasst zwei Wochen intensiven wissenschaftlichen Austauschs und Beschlüsse.

Teilnehmen können alle Wissenschaftler und Studierenden der Astronomie, nachdem sie sich bei der

IAU registriert haben. Der Tagungsbeitrag beträgt regulär 600 Euro, für Mitglieder der deutschen Astronomischen Gesellschaft (AG) 400 Euro, für studentische AG-Mitglieder 220 statt 370 Euro. Jüngere AG-Mitglieder, die gerade ihre Master- oder Doktorarbeit abschließen sowie Postdocs, lädt die IAU ein, kostenlos teilzunehmen, wenn sie sich als Tagungsassistent zur Verfügung stellen, siehe:

chen Galaxie beträchtlich zu einem kurzen Bogen von rund zwei Bogensekunden Länge.

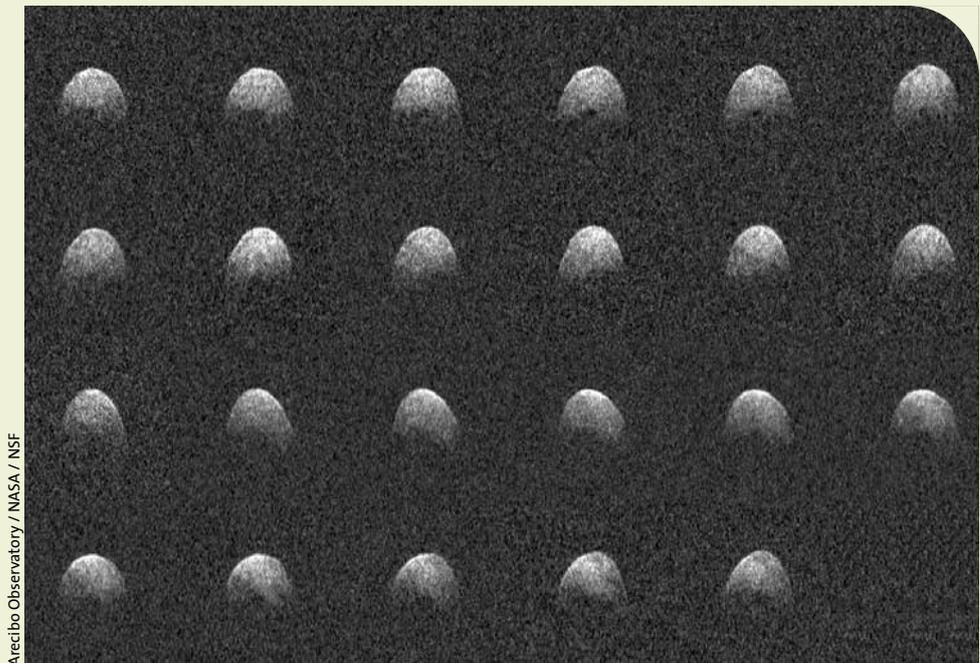
Aus spektroskopischen Analysen ihres Lichts leiten Salmon und seine Koautoren ab, dass SPT0615-JD nur auf etwa drei Milliarden Sonnenmassen kommt. Sie ist also im Vergleich zu unserem Milchstraßensystem mit mindestens 200 Milliarden Sonnenmassen ein Zwerg. Die Astronomen schätzen ihren Durchmesser auf weniger als etwa 2500 Lichtjahre. Zum Vergleich: Unser Milchstraßensystem misst mehr als 120 000 Lichtjahre.

Entdeckt wurde SPT0615-JD im Rahmen des Programms RELICS, einer systematischen Durchmusterung des Weltalls im sichtbaren und infraroten Licht mit den Weltraumteleskopen Hubble und Spitzer nach Galaxienhaufen, die als Gravitationslinsen für weit entfernte Galaxien in der Frühzeit des Universums wirken können. RELICS steht für »Reionization Lensing Cluster Survey«. Im Rahmen des Programms wurden bislang 41 massereiche Galaxienhaufen untersucht.

Salmon, B. et al.: The Astrophysical Journal Letters, eingereicht, 2018; arXiv:1801.03103v1

[astronomy2018.univie.ac.at/volunteers](http://astronomy2018.univie.ac.at/volunteers). Um die reduzierte Teilnehmergebühr in Anspruch zu nehmen, registrieren sich AG-Mitglieder unter dem Weblink unten. Informationen: [astronomy2018.univie.ac.at/home](http://astronomy2018.univie.ac.at/home)

Anmeldung zur IAU-Generalversammlung für AG-Mitglieder: <http://bit.ly/2DuOW9K>



Arecibo Observatory / NASA / NSF

**Das Radarsystem des 300-Meter-Radioteleskops von Arecibo auf Puerto Rico erfasste den Asteroiden (3200) Phaeton am 17. Dezember 2017 bei seiner größten Annäherung an die Erde. Die Radardaten enthüllen einen annähernd kugelförmigen Himmelskörper mit einem Durchmesser von sechs Kilometern.**



Asteroid Phaeton in Bewegung: [goo.gl/VjoH3c](https://goo.gl/VjoH3c)

## Asteroid (3200) Phaeton im Porträt

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

Mitte Dezember 2017 kam der Asteroid (3200) Phaeton bis auf 10,3 Millionen Kilometer an unseren Heimatplaneten heran; dies entspricht der 27-fachen Distanz Erde – Mond. Dieses Rendezvous nutzten Astronomen um Patrick Taylor von der Universities Space Research Association (USRA) im US-amerikanischen Maryland, um den kleinen Himmelskörper mit dem Radarsystem der 300-Meter-Antenne des Arecibo-Radioobservatoriums auf Puerto Rico zu erkunden. Dabei gelangen ihnen Radarkarten mit einer räumlichen Auflösung von 75 Metern, welche die Form und Einzelheiten der Oberfläche des Himmelskörpers enthüllen.

(3200) Phaeton entpuppte sich als annähernd kugelförmiges Objekt mit einem Durchmesser von rund sechs Kilometern. Damit ist er etwa einen Kilometer größer, als es die Astronomen zuvor ermittelt hatten. Die Oberfläche erscheint ziemlich gleichförmig, lediglich am Pol des im Gegenuhrzeigersinn rotierenden Himmelskörpers zeigt sich ein im Radar dunkler Fleck. Dabei könnte es sich um einen Einschlagkrater oder eine durch andere geologische Kräfte erzeugte Einbuchtung der Oberfläche handeln. Im Jahr 2022 soll sich die japanische Raumsonde Destiny+ auf den Weg zu Phaeton machen, an der auch deutsche Wissenschaftler beteiligt sind. Die Ankunft dürfte gegen 2026 erfolgen.

Der Asteroid Phaeton wurde im Jahr 1983 mit dem Infrarotsatelliten IRAS entdeckt. Er gehört zu den erdnahen Asteroiden des Apollo-Typs, denn seine Bahn schneidet die Erdumlaufbahn. Phaeton wird zu den potenziell gefährlichen Asteroiden gezählt, da er eines fernen Tages auf der Erde einschlagen könnte.

Schon seit Längerem ist bekannt, dass Phaeton ständig kleine Staubpartikel freisetzt, die sich entlang seiner Sonnumlaufbahn verteilen. Sie schneiden bei ihren Umläufen um die Sonne die Erdbahn. Treten die Partikel in die Erdatmosphäre ein, so erzeugen sie zahlreiche Sternschnuppen und gelegentlich auch Feuerkugeln (siehe auch SuW 2/2018, S. 26). Der Ausstrahlungspunkt der Meteore am Himmel, der Radiant, liegt im Sternbild Zwillinge, lateinisch: Gemini. Daher wird dieser Meteorstrom als Geminiden bezeichnet. Er erreicht jedes Jahr gegen Mitte Dezember sein Maximum.

Arecibo Observatory, 22. Dezember 2017

## Ein Planetensystem mit fünf Subneptunen

Der Stern K2-138 wird von fünf Planeten umrundet, die sich alle in 3:2-Umlaufresonanzen untereinander befinden. Die Planeten weisen Durchmesser zwischen dem 1,6- und 3,3-Fachen der Erde auf, es dürfte sich um Gasplaneten ähnlich Neptun handeln. Sie benötigen zwischen 2,4 und 12,8 Tage für einen Umlauf.

## ESA beginnt mit der Missionsplanung für JUICE

Die Europäische Raumfahrtbehörde ESA kann mit der Planung der Missionsabläufe der Raumsonde JUICE, dem Jupiter Icy Moons Explorer beginnen. Er soll sich im Mai 2022 auf die lange Reise zum Riesenplaneten begeben und dort im Jahr 2029 ankommen. Die JUICE-Bodenstationen im ESOC in Darmstadt und im ESAC bei Madrid bereiten sich nun auf ihre neuen Aufgaben vor.

## Helle Feuerkugel über Michigan liefert Meteoriten

Am 16. Januar 2018 leuchtete über dem US-Bundesstaat Michigan eine helle Feuerkugel auf, die von zahlreichen Augenzeugen und Kameras gesichtet wurde. Bereits zwei Tage später wurden mehrere kleine Meteoriten-Bruchstücke mit Massen zwischen 20 und 100 Gramm gefunden, klassische Steinmeteoriten vom Typ Chondrit.

## Marskrater nach Gerhard Neukum benannt

Die Internationale Astronomische Union (IAU) hat einen rund 102 Kilometer großen Einschlagkrater in der Region Noachis auf der Südhalbkugel des Mars offiziell nach dem deutschen Planetenforscher Gerhard Neukum benannt, der im September 2014 im Alter von 70 Jahren verstorben ist (siehe SuW 12/2014, S. 14).

Weitere aktuelle Meldungen aus Astronomie und Raumfahrt finden Sie auf [www.spektrum.de/astronomie](http://www.spektrum.de/astronomie) und [www.sterne-und-weltraum.de/twitter](http://www.sterne-und-weltraum.de/twitter)

## Neue Einblicke in Stephans Quintett

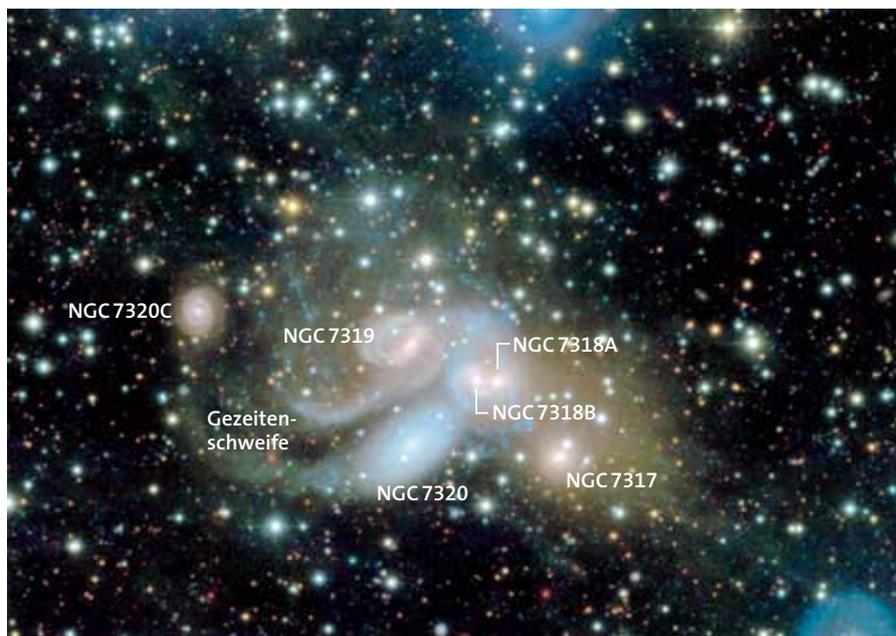
Die kompakte Galaxiengruppe mit der Bezeichnung Stephans Quintett im Sternbild Pegasus war das Ziel einer Forschergruppe um Pierre-Alain Duc an der Universität de Strasbourg. Sie stellten dabei fest, dass der Aufbau dieser Gruppe und ihre Entwicklungsgeschichte noch komplexer ist, als bislang angenommen. Die Forscher beobachteten die rund 280 Millionen Lichtjahre von uns entfernte Gruppe mit MegaCam, einer Weitfeldkamera, die am 3,6-Meter-Canada-France-Hawaii-Telescope auf dem Mauna Kea angebracht ist. Sie führten Langzeitbeobachtungen durch, welche die komplexen Strukturen aus Sternen und Gas zwischen den Mitgliedern der Gruppe enthüllen.

Stephans Quintett wurde im Jahr 1877 vom französischen Astronomen Édouard Jean-Marie Stephan (1837 – 1923) von Marseille aus entdeckt und war das erste Beispiel eines engen Galaxienhaufens. Schon seit Langem ist bekannt, dass zumindest manche seiner Galaxien untereinander in starker gravitativer Wechselwirkung stehen. Dies äußert sich unter anderem in starker Sternentstehungsaktivität in den Mitgliedsgalaxien, den so genannten Starbursts, und starker Verformungen der Spiralgalaxien. Dabei entstehen auch lang gezogene Gezei-

tenarme aus Sternen und Gas, die sich über Hunderttausende von Lichtjahren erstrecken können.

Derzeitige Modelle, welche die Entwicklung von Stephans Quintett in der letzten halben Milliarde Jahre rekonstruieren, zeigen, dass beispielsweise die Galaxien NGC 7319 und NGC 7320C miteinander kollidierten, wobei ein langer Gezeitschweif, der so genannte »outer tail« entstand. Eine weitere Kollision fand zwischen den Galaxien NGC 7319 und NGC 7318A statt, wobei der »inner tail« entstand. Die neuen Daten zeigen nun, dass auch die Galaxie NGC 7317 entgegen bisherigen Annahmen von ihren Nachbarn beeinflusst wurde. Sie ist von einem diffusen, ausgedehnten rötlichen Halo umgeben, der die Welteninsel unsymmetrisch umschließt. Er besteht überwiegend aus langlebigen massearmen Sternen und muss schon vor mehreren Milliarden Jahren entstanden sein. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Entwicklungsgeschichte von Stephans Quintett komplexer ist als bislang angenommen. Die Forscher um Duc wollen die Modelle zu Stephans Quintett weiter präzisieren und auch noch weitere enge Galaxiengruppen untersuchen.

Duc, A.-P., et al.: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, akzeptiert 2018; arXiv:1712.07145v1



Duc / Cuillandre, Edizioni Scientifiche Coelum, CFHT

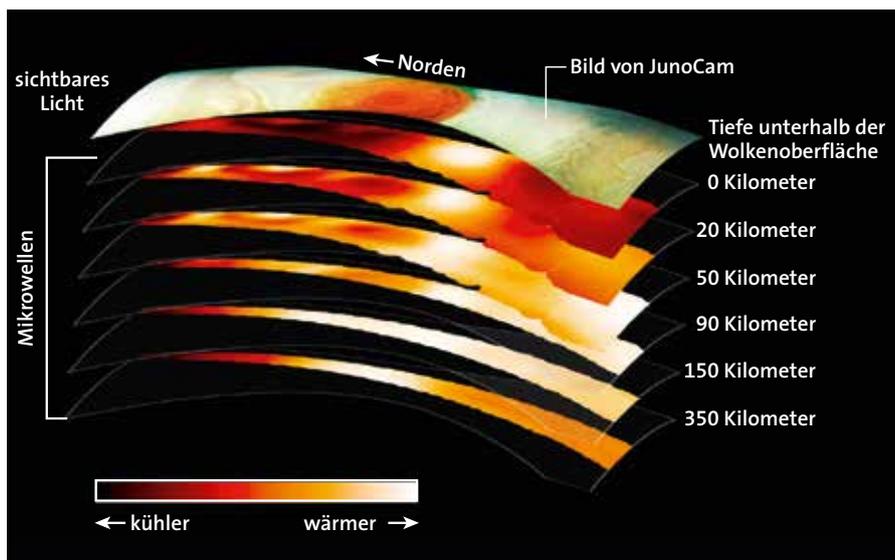
Alle Mitglieder der kompakten Galaxiengruppe Stephans Quintett im Sternbild Pegasus stehen miteinander in gravitativer Wechselwirkung. Dies äußert sich in starker Sternentstehungsaktivität und ausgeprägten Gezeitschweiften. Die Galaxie NGC 7320 steht im Vordergrund und gehört nicht zu Stephans Quintett.

## Die tiefe Wurzel des Großen Roten Flecks

Seit Juli 2016 umrundet die US-Raumsonde Juno den Riesenplaneten Jupiter und erkundet ihn aus nächster Nähe. Nun zeigen ihre Messdaten, dass der Große Rote Fleck, ein rund 16 000 Kilometer breiter Wirbelsturm, eine tiefe Wurzel hat. Das war bislang unbekannt. Mindestens 350 Kilometer reicht der Wirbelsturm ins Innere des Gasriesen hinein. Die Entdeckung gelang mit dem Mikrowellen-Radiometer (MWR) der Sonde, das speziell dafür ausgelegt ist, ins Innere von Jupiter weit unterhalb der sichtbaren Wolkenoberfläche hineinzublicken. Das MWR kann bis in eine Tiefe von rund 400 Kilometern vordringen und erlaubt dadurch Rückschlüsse auf die Zirkulationsbewegungen in der Jupiteratmosphäre.

Der Große Rote Fleck wird seit dem Jahr 1830 kontinuierlich beobachtet, es gibt aber auch verschiedene Beobachtungen eines Roten Flecks auf dem Riesenplaneten aus dem 17. und 18. Jahrhundert. Sollte es sich um den gleichen Sturmwirbel handeln, so wäre der Große Rote Fleck seit mindestens 350 Jahren aktiv. Derzeit scheint der Wirbelsturm zu schrumpfen, er erstreckt sich nun über rund die 1,3-fache Breite der Erde. Bei den Vorbeiflügen der Raumsonden Voyager 1 und 2 im Jahr 1979 war der Sturmwirbel mehr als doppelt so breit wie die Erde, und auf Aufnahmen Ende des 19. Jahrhunderts war er sogar dreimal so breit.

Warum dieser Sturmwirbel so langlebig ist, bleibt nach wie vor ein Rätsel für die Planetenforscher. Möglicherweise



NASA / JPL-Caltech / SwRI / suw-Grafik

**Mit dem Mikrowellen-Radiometer der US-Raumsonde Juno gelang im Juli 2017 ein Blick in die tieferen Wolkenschichten unter dem Großen Roten Fleck auf Jupiter. Der Wirbelsturm lässt sich bis in eine Tiefe von 350 Kilometern unterhalb der sichtbaren Wolkenoberfläche des Gasriesen verfolgen.**

wird der Sturmwirbel durch die Wolkenbänder und Zonen erzeugt, die Jupiters Anblick im Teleskop dominieren und die ebenfalls tief ins Innere des Planeten hineinreichen.

Bei ihren Vorbeiflügen nähert sich Juno der Oberfläche des Gasriesen bis auf etwa 3500 Kilometer an und stieß dort auf eine weitere Überraschung: Unmittelbar über den dichteren Schichten der Jupiteratmosphäre erstreckt sich ein schmaler, intensiver Strahlungsgürtel. In diesem befinden sich Ionen von Was-

serstoff, Sauerstoff und Schwefel, die sich im starken Jupitermagnetfeld mit Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit bewegen. Die Ionen stammen wahrscheinlich aus dem Umfeld des vulkanisch aktiven Jupitermonds Io und werden durch das Jupitermagnetfeld in dieser Region unmittelbar oberhalb des Äquators konzentriert. Bei den anderen drei Gasriesen im Sonnensystem, Saturn, Uranus und Neptun, wurde bislang kein so oberflächennaher Strahlungsgürtel entdeckt.

NASA, 11. Dezember 2017

Anzeige

# 1 2 3 ... Deep, Deeper, Deepest Sky!

**NEU! 2018**

**Der erste Binokularansatz für Newtons!  
Tecosky Horizon Binoansatz 1,25"**



Wie der Name Horizon-Binoansatz verrät, eröffnet das Konstruktionskonzept neue Horizonte für die visuelle Beobachtung.

Stellen Sie sich vor, Sternhaufen, Nebel oder Galaxien mit einem 400mm f/4,5 Newton bei 100-facher Vergrößerung mit zwei 18mm Okularen zu beobachten. Das ist mit diesem Bino möglich, denn es kommt ohne optionale Zusatzlinsen bzw. Korrektoren in den Fokus und dies ohne Nachvergrößerung. Auch die Nutzung mit schnellen Refraktoren ist kein Problem. Möglich ist dies mit dem neuartig integrierten Spiegel/Prismen & Korrektor System, optimiert auf 60° Okulare wie unsere APM Flat Okularserie.

**nur  
379€**

**Unsere Deep-Sky-Browser mit 100°  
HDC-XWA x-treme Weitwinkel Okulare**



Die neuen, extremen Weitwinkelokulare von APM-Telescopes mit gigantischen 100° Gesichtsfeld.

Mit ihren voll multivergüteten Linsen bieten sie einen brillanten Kontrast und unvergessliche Beobachtungen. Der Augenabstand von 15mm ermöglicht einen entspannten Einblick. Die abnehmbare Augenmuschel hat ein M44,5x0,75 Außengewinde für den Anschluss von Kameras.

**ab  
230€**

Derzeit sind folgende Brennweiten erhältlich:  
20mm, 13mm, 9mm, 5mm und 3,5mm



Goebenstraße 35, 66117 Saarbrücken  
Tel.: +49 (0)681 9543032-0 Fax: +49 (0)681 9543032-9

[www.apm-telescopes.de](http://www.apm-telescopes.de)  
E-Mail: [info@apm-telescopes.de](mailto:info@apm-telescopes.de)

## Ein Riese umkreist einen Zwerg

Im südlichen Sternbild Taube (lateinisch: Columba) befindet sich rund 730 Lichtjahre von uns entfernt der rote Zwergstern NGTS-1. Dies wäre weiter nichts Besonderes, würde er nicht von einem ungewöhnlich großen und massereichen Planeten in sehr geringem Abstand umrundet. Der Begleiter mit der Bezeichnung NGTS-1b hat den 1,3-fachen Durchmesser von Jupiter und erreicht rund 80 Prozent von dessen

Masse. Wie Jupiter ist NGTS-1b ein Gasriese ohne feste Oberfläche. Er gehört zum Typ der »heißen Jupiter«, das heißt, er umrundet sein Zentralgestirn in sehr geringem Abstand. Für einen Umlauf benötigt der Planet nur 2,65 Tage. An seiner Oberfläche ist er im Mittel rund 520 Grad Celsius heiß. Somit ist er für Leben, wie wir es kennen, ungeeignet.

Das Ungewöhnliche an diesem Sternsystem ist die schiere Größe des Planeten

im Vergleich zu seinem Zentralgestirn. Der Stern weist rund 58 Prozent des Durchmessers unserer Sonne auf und enthält rund 62 Prozent ihrer Masse. In den meisten bisher beobachteten Fällen werden Rote Zwerge eher von massearmen Felsplaneten umrundet, deren Größen und Massen der Erde ähneln. Bislang sind nur zwei weitere Rote Zwerge bekannt, bei denen Riesenplaneten aufgespürt wurden; das System NGTS-1 enthält jedoch den bislang massereichsten.

Entdeckt wurde NGTS-1 mit dem Teleskopverbund »Next-Generation Transit Survey«, der sich auf dem Cerro Paranal in Chile befindet. Der NGTS besteht aus zwölf 20-Zentimeter-

Spiegelteleskopen, die von Chile aus mehrere hunderttausend relativ helle Sterne nach Anzeichen periodischer Helligkeitsänderungen durchmustern. NGTS-1 war der erste Stern, bei dem der Teleskopverbund einen Exoplaneten fand. Er zieht von uns aus gesehen vor seinem Stern vorbei und schwächt dabei periodisch dessen Licht geringfügig ab.

Die Forscher um Daniel Bayliss am Observatorium der Universität Genf gehen davon aus, dass sich der Planet NGTS-1b nicht mehr dort befindet, wo er einstmals entstand. Kurz nach der Entstehung war der Rote Zwerg noch von einer dichten Scheibe aus Gas und Staub sowie größeren Brocken umgeben, mit welcher der neu entstandene Planet in gravitative Wechselwirkung geriet. Damit verlor er ständig Bewegungsenergie und rückte immer näher an sein Zentralgestirn heran, bis er schließlich in einer engen Umlaufbahn angelangt war.

Bayliss, D. et al., Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, arXiv:1710.11099v1, 2017



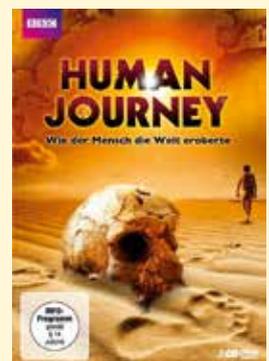
University of Warwick / Mark Carlick

**Im Sternbild Taube, rund 730 Lichtjahre von der Erde entfernt, befindet sich der rote Zwergstern NGTS-1, der von einem Riesenplaneten vom Jupitertyp in geringem Abstand umrundet wird (künstlerische Darstellung).**

## »Sterne und Weltraum«-Gewinnspiel

Mit etwas Glück können Sie ein Exemplar der informativen BBC-Dokumentation »Human Journey – Wie der Mensch die Welt eroberte« aus dem Hause Polyband auf DVD gewinnen.

Senden Sie die Ziffern der Fragen und den jeweils zugehörigen Buchstaben der richtigen Lösung bis zum **9. März 2018** per E-Mail mit der Betreffzeile »Schwarzes Loch« an: [gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de](mailto:gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de)



**Frage 1:** Wie viele Schwarze Löcher gibt es in unserer Galaxis?

- a) 40
- b) 50
- c) 60

**Frage 2:** Die Masse des Schwarzen Lochs CO-0.40-0.22\* ist:

- a) 1000 Sonnenmassen
- b) 10 000 Sonnenmassen
- c) 100 000 Sonnenmassen

**Frage 3:** Das zentrale Schwarze Loch unserer Galaxis erreicht:

- a) drei Millionen Sonnenmassen
- b) vier Millionen Sonnenmassen
- c) fünf Millionen Sonnenmassen

**Teilnahmebedingungen:** Alle »Sterne und Weltraum«-Leser, die bis zum 9. März 2018 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 ESPRESSO für das VLT

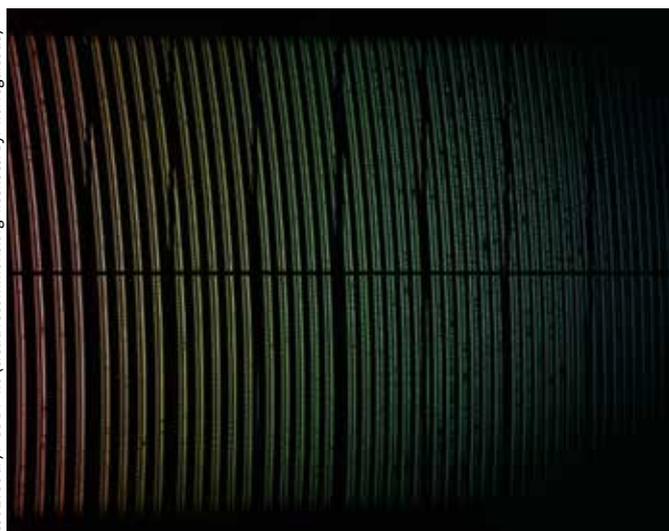
Die Europäische Südsternwarte ESO hat in Chile ihren neuen Hochleistungs-spektrografen ESPRESSO in Betrieb genommen. Der »Echelle Spectrograph for Rocky Exoplanet and Stable Spectroscopic Observations« kombiniert erstmals das Licht aller vier Acht-Meter-Hauptteleskope des Very Large Telescope und erreicht dabei die Lichtsammeleistung eines einzelnen 16-Meter-Spiegelteleskops. ESPRESSO dient vor allem der Suche nach massearmen Exoplaneten, lässt sich aber auch hervorragend für andere astrophysikalische Fragestellungen einsetzen.

ESPRESSO ist der Nachfolger des Spektrografen HARPS, mit dem zahlreiche extrasolare Planeten entdeckt und charakterisiert werden konnten. Mit HARPS, der weiterhin am 3,6-Meter-Teleskop auf dem La Silla betrieben wird, lassen sich die Geschwindigkeiten von Sternen am Himmel bis auf etwa einen Meter pro Sekunde genau messen, ESPRESSO wird nun die Genauigkeit auf wenige Zenti-

meter pro Sekunde erhöhen. Dann lassen sich auch Planeten von etwa Erdmasse bei den Umläufen um ihre Zentralgestirne aufspüren.

Sie verraten sich durch sehr geringfügige Verschiebungen von Linien im Sternspektrum, die durch den Dopplereffekt hervorgerufen werden, wenn sich Stern und Planet um den gemeinsamen Schwerpunkt bewegen. ESPRESSO hat eine sehr viel höhere spektrale Auflösung und Empfindlichkeit als sein Vorgängerinstrument. Bei Testbeobachtungen an Sternen mit bekannten Planeten zeigte sich, dass der neue Spektrograf in deutlich kürzerer Zeit diese Welten mit hoher Sicherheit nachweisen kann. Derzeit ist ESPRESSO in der Inbetriebnahmephase und erlebte Anfang Dezember 2017 sein »first light«. Dies ist der Zeitpunkt, an dem ein Instrument sein erstes Sternenlicht auffängt. In den nächsten Wochen und Monaten wird ESPRESSO weiter kalibriert und justiert, um ihn auf seine volle Leistungsfähigkeit zu bringen.

ESO, 6. Dezember 2017



Einige der ersten Sternspektren, die der neue Präzisionsspektrograf ESPRESSO am VLT aufzeichnete, sind auf diesem Bild zusammengestellt. Die eigentlichen Spektren erscheinen als durchgezogene Linien, die Linien aus Doppelpunkten sind Signale der Kalibrierungslampen.



Vor 50 Jahren

### Die Astronomische Einheit – klassisch und modern ermittelt

»Der genaueste Wert für die astronomische Einheit (mittlere Entfernung Erde–Sonne), der mit klassischen Methoden ermittelt

wurde, konnte von E. Rabe vom Cincinnati-Observatorium im Jahre 1950 veröffentlicht werden. Es handelte sich um Beobachtungen an dem Kleinplaneten Eros aus den Jahren 1926 bis 1945. Das Ergebnis lautete  $149\,527\,000\text{ km} \pm 7000\text{ km}$ . ... Die modernen Messungen [dagegen] beruhten auf Radarechos an dem Planeten Venus, die 1964 zu einem Wert für eine astronomische Einheit führten, der zwischen  $149\,598\,000\text{ km}$  und  $149\,598\,400\text{ km}$  lag. Eine Untersuchung dieser Diskrepanz ... [nahm] Rabe selbst vor. Es zeigte sich, daß in den Berechnungen von 1950 tatsächlich ein Fehler steckte. Gleichzeitig wurden von E. Rabe und M. P. Francis mit Hilfe einer IBM 7094 insgesamt 60 Erospositionen aus der Zeit von 1926 bis 1965 zu einer Neubestimmung der astronomischen Einheit herangezogen (Astronom. Jour. 72, 852 (1967)). Diesmal lautete das Ergebnis  $149\,598\,000\text{ km}$  in guter Übereinstimmung mit den Radarmessungen. Der von der Internationalen Astronomischen Union im Jahre 1964 angenommene gerundete Wert für 1 AE beträgt  $149\,600\,000\text{ km}$ .« (SuW, März 1968, S. 80)

Am 8. Juni 2004 erinnerte der eindrucksvolle Vorübergang der Venus vor der Sonnenscheibe daran, dass dieses seltene Ereignis früher dazu verwendet wurde, den absoluten Wert der Entfernung der Sonne von der Erde in Kilometern zu bestimmen. Nach dem 3. keplerschen Gesetz waren damit zugleich die Größen der anderen Planetenbahnen bekannt. Später ergaben Beobachtungen der Bahn des Kleinplaneten Eros genauere Resultate. Rabes oben beschriebene Arbeit war ein Höhepunkt dieser klassischen Art der Entfernungsbestimmung. Sie konnte aber mit der überlegenen Genauigkeit der Radarecho-Methode nicht mithalten.

Ab den 1970er Jahren lieferten dann die Telemetrie-Verbindungen zu Raumsonden ständig bessere Genauigkeiten. 1976 übernahm die Internationale Astronomische Union offiziell den Wert  $1\text{ AE} = 149\,597\,870 \pm 2\text{ km}$ . Im gleichen Jahr begannen die Sonden und Landegeräte des Viking-Projekts am Mars ihre Arbeit, gefolgt von gut einem Dutzend späterer Marsmissionen. Dank so vieler Übertragungswege konnte die Genauigkeit bis 2009 auf  $\pm 3\text{ Meter}$  (!) gesteigert werden. Auf dieser Grundlage definierte die Internationale Astronomische Union 1 AE als Strecke von  $149\,597\,870\,700\text{ Meter}$  Länge.

Eine Änderung der Länge der Astronomischen Einheit ließ sich trotz dieser Genauigkeiten bisher nicht überzeugend nachweisen. Sonnenwind und abgestrahlte Energie bewirken eine Abnahme der Sonnenmasse um  $10^{-11}$  Prozent pro Jahr. Dadurch würde die Länge zunehmen, wenn auch nur um 0,3 Meter pro Jahrhundert. Mit der Zeit sollte aber auch dieser winzige Effekt auf eine messbare Größe anwachsen.

CHRISTOPH LEINERT