



NASA, ESA and F. Bauer (<https://spacetelescope.org/images/potw1924a/>) / CC BY 4.0 (creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode)

Eine kleine, bizarre Zwerggalaxie

W I S wissenschaft
in die schulen!

Im Sternbild Kassiopeia, dem »Himmels-W«, befindet sich in unserer näheren kosmischen Umgebung die kleine irreguläre Zwerggalaxie IC 10, die hier im Detail mit dem Weltraumteleskop Hubble (HST) aufgenommen wurde. Von ihr trennen uns nur rund 2,2 Millionen Lichtjahre, das heißt, IC 10 ist Mitglied

der Lokalen Gruppe. Zu dieser gehören neben unserem Milchstraßensystem auch die Andromeda-Galaxie Messier 31 und die Dreiecks-Galaxie Messier 33.

Die Aufnahme mit dem HST lässt einzelne Sterne sowie Staub- und Gaswolken erkennen. IC 10 weist keine regelmäßige linsenförmige oder Spiralstruktur

auf, sondern gehört zu den irregulären Welteninseln. Eine Besonderheit von ihr ist, dass sie die uns am nächsten liegende Welteninsel mit intensiver Sternentstehung ist, also einen »star burst« durchläuft. Hierbei bilden sich Tausende von Sternen gleichzeitig. Darunter befinden sich auch viele kurzlebige, masse-

Ist der Neptunmond Hippocamp ein Splitter seines Nachbarn?

Der im Jahr 2013 auf Bildern des Weltraumteleskops Hubble entdeckte Neptunmond Hippocamp könnte nach Ansicht eines Forscherteams um Mark A. Showalter vom SETI Institute im kalifornischen Mountain View ein Bruchstück seines äußeren Nachbarmonds Proteus sein. Der im Mittel 34 Kilometer große Hippocamp – er ist benannt nach

einem Seeungeheuer aus der antiken griechischen Mythologie – umrundet Neptun auf einer Bahn, die nur rund 12 000 Kilometer innerhalb des Orbits von Proteus liegt. Dieser hat einen Durchmesser von 420 Kilometern.

Hippocamp weist nur rund ein Tausendstel der Masse seines großen Nachbarn auf. Somit ist es verwunderlich, dass er noch nicht auf Proteus

gestürzt ist oder durch dessen Schwerkrafteinwirkung aus seiner Bahn geworfen wurde.

Die Forscher um Showalter stießen auf Bildern der Raumsonde Voyager 2 vom August 1989 von Proteus auf einen großen Einschlagkrater, der vielleicht der Ursprungsort von Hippocamp ist. Der Krater mit dem Namen Pharos ist so groß, dass er hart an der Grenze dessen ist, was Proteus aushalten konnte, ohne beim Einschlag zertrümmert zu werden. Bei der Entstehung dieses Kraters könnten auch größere Stücke des eisigen Materials von Proteus herausgesprengt worden sein, von denen sich bis heute eines in Form von Hippocamp erhalten hat.

Damit ließe sich der geringe Abstand der beiden Umlaufbahnen erklären. Von Hippocamp gibt es jedoch keine Bilder, die Details seiner Gestalt und Oberfläche zeigen. Auch auf den Bildern des Weltraumteleskops Hubble erscheint er nur als leuchtschwacher Punkt.

Nature 566, 2019

Innerhalb der Umlaufbahn des größten Neptunmonds Triton umlaufen sieben wesentlich kleinere Monde den äußersten Planeten. Proteus ist mit einem Durchmesser von rund 420 Kilometer der größte von ihnen. Der Mond Hippocamp ist der kleinste bekannte Neptun-Satellit.

Die Zahl des Monats

Derzeit sind **14 Neptunmonde** bekannt, der jüngste Neuzugang ist **Hippocamp** aus dem Jahr **2013**.

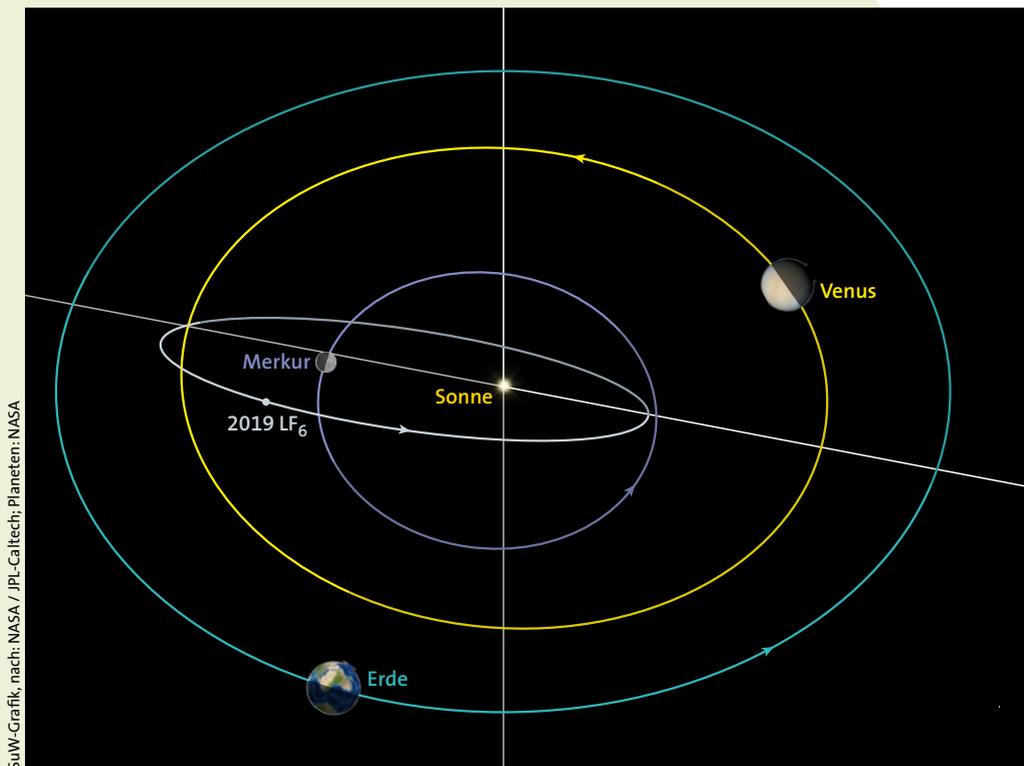
Einen farbenfrohen Anblick bietet die irreguläre Zwerggalaxie IC 10 im Sternbild Kassiopeia, von der uns 2,2 Millionen Lichtjahre trennen.

reiche Sterne, die hier wie blaue Juwelen leuchten.

Allerdings ist dieser Pracht keine lange Existenz vergönnt, denn massereiche Sterne verbrennen ihre Wasserstoffvorräte innerhalb weniger Millionen Jahre. Danach blähen sie sich zu Roten Riesen auf, um kurze Zeit später als Supernovae zu explodieren. Dann leuchten sie für wenige Tage heller als alle anderen Sterne in IC 10 zusammen.

Entdeckt wurde diese Zwerggalaxie vom US-amerikanischen Astronomen Lewis A. Swift (1820–1913) im Jahr 1887 bei einer systematischen Himmelsdurchmusterung. Sie lässt sich nur relativ schwierig beobachten, da sie sich in einer Himmelsregion mit viel vorgelagertem Gas und Staub befindet, die unsere Sicht vernebeln. Die Bezeichnung IC steht für den Index Catalogue of Nebulae and Clusters. Er listet 5386 Objekte auf und wurde in den Jahren 1895 und 1908 in zwei Bänden veröffentlicht.

STS-ECF, 17. Juni 2019



SuW-Grafik, nach: NASA / JPL-Caltech; Planeten: NASA

Der rund einen Kilometer große Asteroid 2019 LF₆ benötigt nur 151 Tage für einen Umlauf um die Sonne; er hat damit die kürzeste Umlaufdauer aller Kleinplaneten. Im sonnenfernsten Punkt befindet er sich knapp außerhalb der Venusbahn, im sonnennächsten knapp innerhalb der Merkurbahn.

Der schnellste Asteroid – 2019 LF₆

Im Juni 2019 ging der Zwicky Transient Facility auf dem Mount Palomar ein besonderer Fang ins Netz: einer der raren Asteroiden der Atira-Gruppe. 2019 LF₆ ist etwa einen Kilometer groß und umrundet die Sonne in nur rund 151 Tagen. Atira-Asteroiden sind Himmelskörper, die vollständig innerhalb der Erdbahn die Sonne umkreisen. Derzeit sind nur 20 von ihnen bekannt.

2019 LF₆ umrundet unser Zentralgestirn auf einer stark elliptischen Bahn (Exzentrizität $e = 0,43$) in einer mittleren Distanz vom 0,55-fachen des Abstands Erde–Sonne. Im sonnenfernsten Punkt (Aphel) befindet sich 2019 LF₆ knapp außerhalb der Venusbahn, im sonnennächsten Punkt (Perihel) kommt er der Sonne näher als der innerste Planet Merkur. Im Perihel ist er eines der schnellsten Objekte im Sonnensystem. Sein Orbit ist um rund 30 Grad gegenüber der Erdbahn geneigt. Möglicherweise kam diese hohe Neigung durch einen dichten Vorbeiflug an Venus oder Merkur zu Stande, die mit ihrer Schwerkraft 2019 LF₆ aus seiner ursprünglichen Bahn ablenkten. Über die stofflichen Eigenschaften dieses kleinen Himmelskörpers ist derzeit noch nichts bekannt.

Gefunden wurde 2019 LF₆ bei einer gezielten Suche nach Mitgliedern der Atira-Gruppe. Ihr Nachweis ist schwierig, da den Beobachtern am Mount Palomar nur rund 20 bis 30 Minuten vor Sonnenaufgang oder nach Sonnenuntergang bleiben, um nach Asteroiden im unmittelbaren Umfeld der Sonne am aufgehellten Himmel zu suchen. Das Programm erhielt daher den Namen »Twilight«, englisch: Dämmerung.

Im Rahmen dieses Programms hoffen die Forscher um Quanzhi Ye am California Institute of Technology in Pasadena, auf weitere Atira-Objekte zu stoßen. Sie können bereits einen weiteren Fund vorweisen, den Asteroiden 2019 AQ₃, der 165 Tage für einen Sonnenumlauf benötigt.

Caltech, 8. Juli 2019



Mark A. Showalter, SETI Institute / SuW-Grafik

Ein weiterer Stern zeigt rätselhafte Verdunklungen

Tabbys Stern hat einen Konkurrenten erhalten: Der Stern EPIC 249706694 zeigt ähnlich rätselhafte und unvorhersagbare Verdunklungen ohne jegliche Periodizität, deren Ursache unbekannt ist.

Rettungsrakete für Orion-Raumkapsel getestet

Am 2. Juli 2019 erprobte die US-Raumfahrtbehörde NASA das Rettungssystem für die Raumkapsel Orion. Die erste Stufe einer Peacekeeper-Militärrakete brachte eine Attrappe der Raumkapsel in zehn Kilometer Höhe, als die Rettungsrakete zündete und Orion wie geplant in Sicherheit brachte.

eRosita gestartet

Eine russische Proton-Rakete brachte am 13. Juli 2019 den Forschungssatelliten Spektr-RG ins All. Sein Hauptinstrument ist eRosita, ein Röntgenteleskop zur Durchmusterung des Röntgenhimmels. Im nächsten Heft erscheint ein ausführlicher Beitrag zur Mission.

GPS auch auf dem Mond

Die NASA plant die Entwicklung von Spezialempfängern, um die Signale des Global Positioning Systems auch in der Umgebung unseres Mondes zu nutzen. So können künftige Raumsonden und Astronauten präziser auf dem Mond navigieren.

Hayabusa-2 führt zweite Probennahme durch

Am 11. Juli 2019 setzte die japanische Raumsonde Hayabusa-2 erneut auf der Oberfläche des Asteroiden Ryugu auf, um eine Gesteinsprobe zu entnehmen. Die Landung erfolgte nahe des künstlichen Kraters, der von der Sonde am 5. April 2019 in die Oberfläche gesprengt wurde (siehe SuW 6/2019, S. 11 und SuW 7/2019, S. 10).

Weitere aktuelle Meldungen aus Astronomie und Weltraumforschung finden Sie auf

www.spektrum.de/astronomie und www.sterne-und-weltraum.de/twitter

Galaktische Halo-Gase rotieren wie die Galaxienscheiben

Die Gase des Halos von Spiralgalaxien rotieren in die gleiche Richtung wie die Scheiben der Welteninseln. Dies ist das Ergebnis der Untersuchung einer Forschergruppe um Crystal Martin an der University of California Santa Barbara. Dafür beobachteten die Wissenschaftler 50 sternbildende Galaxien über mehrere Jahre hinweg.

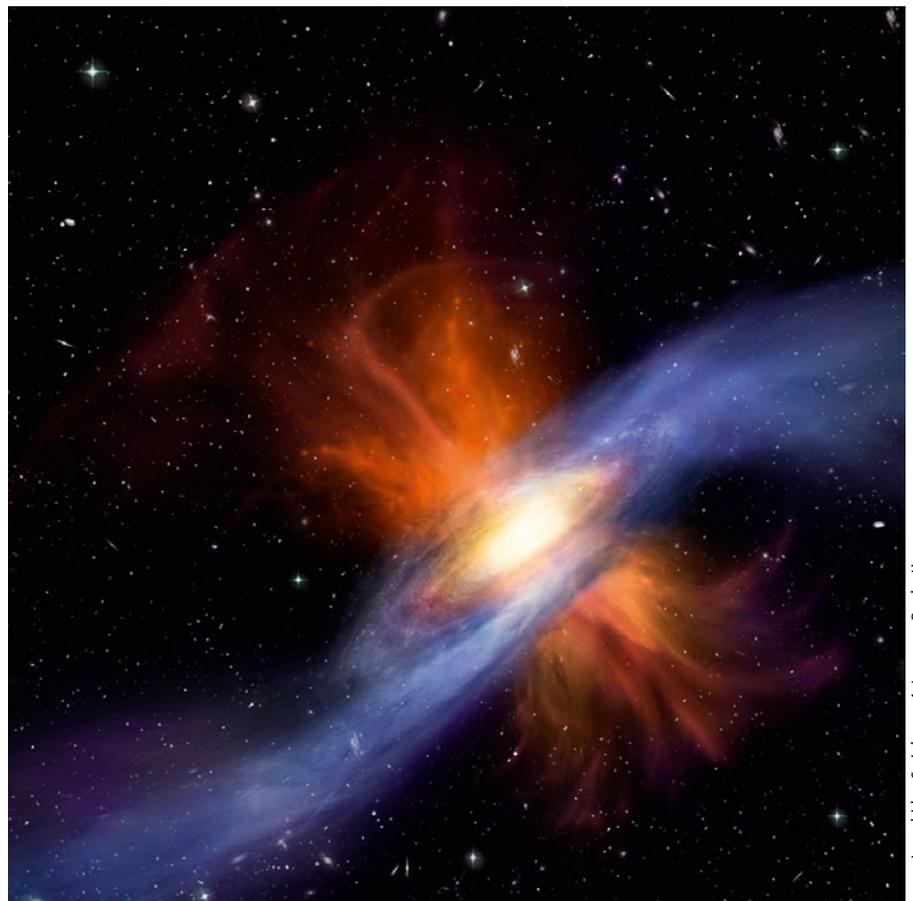
Die galaktischen Halos bestehen aus dünnem Gas, erstrecken sich aber weit über die sichtbaren Scheiben der Galaxien hinaus. Das Gas fließt in Richtung des Scheibenrands und sorgt dafür, dass in den Außenbereichen der Welteninseln neue Sterne entstehen können.

Theoretische Modelle wiesen in der Vergangenheit darauf hin, dass der Drehimpuls des kühlen Halo-Gases entgegen der Schwerkraft der Galaxien wirkt, die das Gas in sich hineinziehen möchten. Dadurch sammeln die Galaxien das Gas erst nach und nach ein, so dass sich das

Wachstum der Scheiben verzögert. Die neuen Untersuchungen zeigen nun, dass der Drehimpuls hoch genug ist, die Einfallrate zu verringern, aber nicht so hoch, dass die Galaxien von jeglichem Nachschub abgeschnürt werden.

Für ihre Untersuchungen beobachteten die Astronomen um Martin 50 Galaxien mit Sternentstehung, hinter denen sich helle Quasare befinden. Sie durchleuchten das dünne, sonst unsichtbare Gas der galaktischen Halos, so dass sich dieses anhand der Spektren nachweisen lässt. Die Forscher ermittelten die Ausrichtungen der Galaxien im Raum und bestimmten dann die Dopplerverschiebungen der Spektrallinien des Halo-Gases, die durch dessen Bewegungen um die Welteninseln herum entstehen. Daraus ergab sich, dass die Gase im gleichen Drehsinn umlaufen, wie die Galaxien rotieren.

The Astrophysical Journal 878, 2019



James Josephides, Swinburne Astronomy Productions

Dünnes kühles Gas (blau) aus dem Halo einer Spiralgalaxie fließt langsam in Richtung von deren Scheibe (gelb). Es sorgt dafür, dass sich in den Außenbereichen der Welteninsel neue Sterne bilden. Dabei wird auch Gas (rot) von den neuen Sternen wieder ausgestoßen (künstlerische Darstellung).

Natriumwolke belegt großen Ausbruch auf Io

Der Jupitermond Io ist der vulkanisch aktivste Himmelskörper in unserem Sonnensystem. Rund hundert Vulkane sind gleichzeitig in unterschiedlicher Stärke tätig. Im Zeitraum von Mitte Dezember 2017 bis Juni 2018 beobachteten Forscher um Jeffrey P. Morgenthaler vom Planetary Science Institute (PSI) in Tucson, Arizona, eine Wolke aus Natriumdampf, die auf einen großen Ausbruch auf Io hinwies. Dieser war sowohl erdgebundenen Beobachtern als auch der im Umlauf um Jupiter befindlichen Sonde Juno verborgen geblieben. Juno dient jedoch hauptsächlich der Erforschung der Atmosphäre und des Magnetfelds des Riesenplaneten.

Das Natrium stammt aus den Eruptionswolken der Io-Vulkane, die hoch über die Oberfläche des Jupitermonds aufsteigen. Dabei entweichen wegen der geringen Schwerkraft von Io die vulkanischen Gase in den umgebenden Weltraum, während die Feststoffe zurückfallen.

Nachgewiesen wurde die starke Erhöhung der Natriumdampfmenge um

Jupiter nicht etwa mit einem professionellen Großteleskop. Stattdessen verwendeten die Forscher ein handelsübliches 14-Zoll-Amateurteleskop der Firma Celestron, das vollautomatisch am San Pedro Observatory in der Wüste des US-Bundesstaats Arizona betrieben wird. Als Detektor wird eine am PSI entwickelte Kamera mit Koronograf verwendet. Mit seiner Hilfe wird das helle Licht von Jupiter

ausgeblendet, um die leucht schwachen Erscheinungen in dessen Umfeld nachweisen zu können. Das Team um Morgenthaler bezeichnen ihr Instrument als »IoIO«, was für Io Input/Output Facility steht.

Bisher konnten die Forscher aber noch keinen der bekannten Vulkane auf Io für die Gasfreisetzung identifizieren. Zwar wurde Anfang Januar 2018 in der

Nur gelegentlich gerät der Jupitermond Io ins Sichtfeld der Instrumente der Jupitersonde Juno. Auf diesem Bild der Infrarotkamera JIRAM treten die aktiven Vulkane als helle Flecken deutlich hervor.



NASA/JPL-Caltech/SwRI/ASI/INAF/JIRAM

Region um die Vulkane Susanoo und Mulungu Patera ein neuer heißer Fleck auf der Io-Oberfläche entdeckt, dieser war aber für die beobachtete Gasfreisetzung deutlich zu klein. Die Autoren regen die ständige Überwachung von Io mittels kleiner Teleskope wie IoIO an, um die vulkanische Aktivität genauer im Auge behalten zu können.

The Astrophysical Journal Letters 871, L23, 2019



LZOS Apos

Anzeige



Jetzt zum attraktiven Preis: Unsere LZOS-Sonderversionen

- ✔ 360° rotierbarer 2,5" bzw 3,7" (ab 123mm Öffnung) Okularauszug mit 1:10 Untersetzung, Adaptern 2" APM Fast Lock, Reduzierer 2"/1 1/4" und Sucherschuh
- ✔ feste oder verschiebbare Taukappe nach Wunsch
- ✔ alle Refraktoren werden mit LZOS-Prüfprotokoll geliefert
- ✔ Zubehör als Standardausstattung: CNC Rohrschellen mit Handgriff, Staubschutzkappen, Vixen- bzw Losmandy-Level Schiene (ab 123mm), Aufbewahrungskoffer
- ✔ sofort ab Lager lieferbar

Modell	Preis
100/800 F8 (2,5" OAZ)	3.495,00 €
105/650 F6,2 (2,5" OAZ)	3.649,00 €
115/805 F7 (2,5" OAZ)	4.095,00 €
123/738 F6 (3,7" OAZ)	5.499,00 €
130/780 F6 (3,7" OAZ)	5.500,00 €
130/1170 F9,2 (3,7" OAZ)	5.700,00 €
152/1200 F7,9 (3,7" OAZ)	9.095,00 €

8" F/9, 10" F/9 am Lager, größer auf Anfrage

E-Mail: info@apm-telescopes.de

Tel.: +49 (0)6897 924929-0 Fax: -9

www.apm-telescopes.de

Eine Libelle für den Titan

Ende Juni 2019 gab die US-Raumfahrtbehörde NASA bekannt, dass sie sich für das Projekt Dragonfly als nächste Mission im Rahmen des New Frontiers Programms entschieden hat. Dragonfly (englisch: Libelle) ist ein Oktokopter, besitzt also acht Rotoren. Die Sonde soll wie eine Helikopterdrohne die Oberfläche des größten Saturnmonds Titan im Detail erkunden. Der Start von Dragonfly ist für das Jahr 2026 geplant, die Ankunft erfolgt im Jahr 2034. Bei Titan angekommen, soll Dragonfly für mindestens 2,7 Jahre den Mond erkunden.

Der 5150 Kilometer große Titan ist der einzige Mond des Sonnensystems mit einer ausgeprägten Atmosphäre. Sie ist mit einem Luftdruck von 1,6 bar auf der Oberfläche sogar deutlich dichter als die irdische Lufthülle. Tatsächlich ist die atmosphärische Masse der zum größten aus Stickstoff bestehenden Gashülle sogar vier mal so hoch wie bei ihrem irdischen Gegenstück. Titan hat eine Oberflächenschwerkraft von etwa einem Fünftel der irdischen. Die geringe Schwerkraft zusammen mit der dichten Atmosphäre machen es somit leicht möglich, mit einem Oktokopter zu fliegen.



Johns Hopkins APL

Dragonfly soll zuerst in den Dünenfeldern der Region Shangri-La landen, jenem Gebiet, in dem die europäische Landesonde Huygens im Januar 2005 aufsetzte. Zunächst wird die rund drei Meter lange Drohne kurze Flüge von mehreren Dutzend Metern ausführen, bis schließlich Flugstrecken von bis zu acht Kilometern zurückgelegt werden.

Die Energieversorgung erfolgt mit Hilfe eines Radioisotopengenerators, da die dichten Dunstschichten in der Titanatmosphäre und die rund zehnfach größere Distanz von Saturn zur Sonne den Einsatz von Solarzellen nicht erlauben.

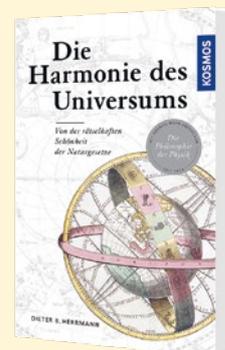
Im Jahr 2034 soll die NASA-Raumsonde Dragonfly in die dichte Atmosphäre des Saturnmonds Titan eindringen und mit acht Rotoren als Oktokopter über die Oberfläche fliegen.

Die Sonde wird mit einem Massen- und einem Gammastrahlenspektrometer ausgerüstet, um die Zusammensetzung der Oberfläche und der Atmosphäre zu bestimmen. Des Weiteren wird Dragonfly mit diversen Kameras, Sensoren zur Untersuchung des Wettergeschehens und einem Seismometer zum Nachweis möglicher Titanbeben ausgestattet. NASA, 27. Juni 2019

»Sterne und Weltraum«-Gewinnspiel

Mit etwas Glück können Sie ein Exemplar des reich illustrierten, informativen und lesenswerten Sachbuchs »Die Harmonie des Universums« aus dem Franckh-Kosmos-Verlag in Stuttgart gewinnen.

Senden Sie die Ziffern der Fragen und den jeweils zugehörigen Buchstaben der richtigen Lösung bis zum **6. September 2019** per E-Mail mit der Betreffzeile »Planet-9« an: gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de



Frage 1: Welchen Durchmesser hat das Objekt (90377) Sedna?

- a) 600 Kilometer
- b) 700 Kilometer
- c) 1000 Kilometer

Frage 2: Sedna benötigt für einen Sonnenumlauf:

- a) mehr als 10000 Jahre
- b) mehr als 15 000 Jahre
- c) mehr als 20 000 Jahre

Frage 3: Der mögliche Planet-9 wiegt rund:

- a) 10 Erdmassen
- b) 15 Erdmassen
- c) 20 Erdmassen

Unter allen Lesern, die uns die richtige Lösung per E-Mail an gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de schicken, verlosen wir oben genannten Preis. Einsendeschluss ist der 6. September 2019. Bitte beachten Sie untenstehende Teilnahmebedingungen.

Teilnahmebedingungen für die Preisausschreiben von »Sterne und Weltraum«: Die im jeweiligen Preisausschreiben beschriebenen Gewinne werden unter allen Teilnehmern, die uns bis zum genannten Einsendeschluss mit Nennung ihrer Postadresse die richtige Lösung geschickt haben, verlost. Nicht teilnehmen dürfen Mitarbeiter des Verlages Spektrum der Wissenschaft und deren Angehörige. Die Namen der Gewinner (und bei »Zum Nachdenken« aller Teilnehmer mit der richtigen Lösung) werden in »Sterne und Weltraum« veröffentlicht. Die Teilnehmer erklären sich mit der Veröffentlichung von Name, Vorname sowie Wohnort zu diesem Zweck einverstanden. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Datenschutzhinweis: Die personenbezogenen Daten der Teilnehmer werden ausschließlich für die Durchführung des Gewinnspiels, d.h. die Verlosung und die Kontaktaufnahme zum Teilnehmer zum Zwecke der Gewinnbenachrichtigung und Zusendung genutzt.

Eine mögliche Weitergabe der Daten an Dritte erfolgt nur im Rahmen der Gewinnspielabwicklung. Die erhobenen personenbezogenen Daten werden nach Abschluss des Gewinnspiels gelöscht.

Sie können Ihre Datenschutzrechte nach Art. 15 ff. DSGVO ausüben, indem Sie uns unter service@spektrum.de kontaktieren.

Veranstalter der Gewinnspiele von »Sterne und Weltraum« ist: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Tiergartenstraße 15–17, 69121 Heidelberg.

Einer der massereichsten Planetarischen Nebel

Ein Forscherteam um Vasiliki Fragkou von der University of Hongkong untersuchte im südlichen Sternbild Winkelmaß (lateinisch: Norma) den Planetarischen Nebel BMP J1613-5406. Die Wissenschaftler stellten fest, dass er von einem Stern mit 5,5-facher Sonnenmasse ausgestoßen wurde. Damit geht dieser Planetarische Nebel auf den bisher massereichsten bekannten Stern zurück. Alle bisher untersuchten Objekte dieser Art wurden von Sternen von etwa einer bis drei Sonnenmassen gebildet.

Tatsächlich gehen die Astrophysiker davon aus, dass Sterne von etwas mehr als einer Sonnenmasse bis hin zu acht Sonnenmassen am Ende ihrer Existenz als Rote Riesen den größten Teil ihrer Masse durch einen starken Sternwind in den umgebenden Weltraum abstoßen. Dies ist ein vergleichsweise ruhiger Vorgang und führt zu Bildung eines Planetarischen Nebels. Die zurückbleibenden Sternrümpfe ziehen sich nach dem Erlöschen der energiereicheren Fusionsreaktionen zu Weißen

Zwergen von etwa Erdgröße zusammen, die äußerst heiß sind. Da sie große Mengen an energiereicherer Ultraviolettstrahlung freisetzen, regen sie die zuvor abgegebenen Gasmassen zum Leuchten im infraroten, sichtbaren und ultravioletten Licht an.

Sterne mit noch höheren Massen sterben nicht so friedlich, sondern explodieren als Supernovae. Zurück bleiben je nach Ausgangsmasse ein Neutronenstern oder ein Schwarzes Loch, die von einer heißen Gashölle umgeben sind – einem Supernova-Überrest.

Fragkou und ihre Koautoren konnten zeigen, dass der Planetarische Nebel und sein Zentralstern Mitglied des offenen Sternhaufens NGC 6067 sind, von dem uns rund 4600 Lichtjahre trennen. Der Sternhaufen hat spektralen Untersuchungen zu Folge ein Alter von etwa 90 Millionen Jahren. Um sich in diesem Alter schon zu einem Planetarischen Nebel zu entwickeln, muss ein Stern mehr als fünf Sonnenmassen aufweisen und schon sein Stadium als Roter Riese durchlaufen haben.

Nature Astronomy, doi: 10.1038/s41550-019-0796-x, 2019



The University of Hongkong

Im offenen Sternhaufen NGC 6067 im südlichen Sternbild Winkelmaß befindet sich der Planetarische Nebel BMP J1613-5406 (Pfeil). Er wurde von einem Stern mit einer Anfangsmasse von mehr als fünf Sonnenmassen ausgestoßen.



Vor 50 Jahren

Ein schrumpfender Neutronenstern?

»In der Pulsar-Astronomie ereignete sich etwas Unerwartetes. Der Pulsar PSR 0833-45 im Sternbild Vela zeigte Anfang des Jahres eine plötzliche Zunahme der Pulsationsfrequenz um

zwei Millionstel. Wie aus Australien und den USA berichtet, betrug die Periode am 8. Dezember [1968] 0,089208370 Sekunden und wuchs pro Tag um etwa elf Nanosekunden an, so daß sie am 24. Februar 0,089209205 Sekunden erreichte. Bei der nächsten Messung, am 3. März, betrug sie jedoch 0,089209071 Sekunden, um danach wieder täglich um elf Nanosekunden anzuwachsen. Eine mögliche Erklärung hierfür liefert Golds Modell vom rotierenden Neutronenstern, in dem eine Änderung der Pulsationsfrequenz einer Änderung der Rotation zugeschrieben wird. Die Größe des beobachteten Effekts entspräche dem Schrumpfen eines Sterns von zehn Kilometer Radius um etwa einen Zentimeter unter Beibehaltung seines Drehimpulses. ... Man wird nun bei anderen Pulsaren nach einem ähnlichen Verhalten suchen.« (SuW, August/September 1969, S. 202)

Erst im Februar 1968 hatten Astronomen der Cambridge University über die Entdeckung des ersten Pulsars, mit einer Pulsperiode von 1,337 Sekunden, berichtet. Bereits im Mai erklärte Thomas Gold von der Cornell University Pulsare zutreffend als rotierende Neutronensterne mit extrem starkem Magnetfeld. Unter den etwa 20 bis zum Jahresende neu gefundenen befand sich auch der oben erwähnte »Vela-Pulsar« mit einer Periode von nur 0,089 Sekunden. Die auf Nanosekunden stabile Rotationsperiode nahm – wie bei den anderen Pulsaren – langsam zu, was als Umwandlung von Rotationsenergie in die gepulste Radiostrahlung zu verstehen war. Es folgte der oben beschriebene überraschende Periodensprung (Englisch: glitch).

Zum 50-jährigen Jubiläum der Pulsar-Entdeckung gab es dann 2500 Radio-Pulsare zu vermelden. Für 180 von ihnen waren insgesamt 520 solcher Sprünge zu sehen, darunter 1971 auch der zweite der für den »Vela-Pulsar« immer wieder auftretenden Periodensprünge. Sie gehören wohl zum Lebenslauf eines jeden Pulsars. Als Ursache der Periodensprünge vermutete man zunächst eine ruckweise Anpassung der Kruste des Neutronensterns an die abnehmenden Kräfte der langsamer werdenden Rotation. Das reicht jedoch nicht aus, um bei jungen Pulsaren (bis etwa 20 000 Jahre) die sich schon nach mehreren Jahren wiederholenden Periodensprünge zu erklären. Die Kruste, welche mit dem Magnetfeld des Pulsars verbunden ist und dadurch abgebremst wird, spielt zwar noch eine Rolle, vor allem aber der ungebremst rotierende Kern aus superflüssigen Neutronen. Durch kurzzeitige Kopplung der beiden kommt es zu den beobachteten sprunghaften Änderungen der Periode. Aus der Analyse vieler solcher Ereignisse lässt sich der innere Aufbau der Pulsare sowie der Mechanismus der Kopplung zunehmend besser verstehen, bis hin zu ersten Massenbestimmungen. CHRISTOPH LEINERT