



ESA/Hubble, NASA (<https://www.spacetelescope.org/images/heic1818a/>) / CC BY 4.0 (creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode)

Als »Kassiopeias Geist« wird der Emissions- und Reflexionsnebel IC 63 im gleichnamigen Sternbild bezeichnet.



Ein Geist im Sternbild Kassiopeia

Im Sternbild Kassiopeia, dem berühmten »Himmels-W«, befindet sich rund 550 Lichtjahre von uns entfernt der Gasnebel IC 63. Er

trägt wegen seines Erscheinungsbilds in kleineren Teleskopen auch den Spitznamen »Kassiopeias Geist«. Er wurde hier erstmals mit dem

Weltraumteleskop Hubble mit der Wide Field Camera 3 im ultravioletten, sichtbaren und infraroten Licht bei sieben Wellenlängen fotografiert.

IC 63 wird sowohl als Emissions- als auch als Reflexionsnebel geführt. Schuld daran ist der blauweiße Unterriese Gamma Cassiopeiae, der sich nur wenige Lichtjahre entfernt in der unmittelbaren Nachbarschaft befindet.

Er weist die 19-fache Masse unserer Sonne auf und leuchtet 65 000-mal so hell wie unser Zentralgestirn. Er ist so heiß, dass er den größten Teil seiner Strahlung im blauen sichtbaren Licht und im Ultraviolett abgibt. Die energiereiche Strahlung trifft auf die Gas- und Staubmassen in seinem Umfeld und regt den dort befindlichen Wasserstoff zum Leuchten im sichtbaren Licht an. Zudem reflektiert der von Gamma Cassiopeiae beleuchtete Staub das Licht.

Aber es bleibt nicht nur bei Leuchteffekten, die Strahlung des Unterriesen ist so intensiv, dass sie die Nebelregionen nach und nach auflöst. Daraus ergibt sich auch die Form von IC 63, wobei die Spitze genau auf den Stern weist.

Das Bildfeld erstreckt sich über 2,7 Bogenminuten, was in der Entfernung von IC 63 rund 0,4 Lichtjahren entspricht.

ST-ECF, 25. Oktober 2018

Das Ende des Weltraumteleskops Kepler

Nach rund neuneinhalb Jahren im All ist die Mission des Weltraumteleskops Kepler nun zu Ende: Am 30. Oktober 2018 gab die US-Raumfahrtbehörde NASA bekannt, dass der Treibstoff, der für die Ausrichtung des Teleskops auf die zu beobachtenden Himmelsregionen benötigt wird, restlos aufgebraucht ist. Daher entschloss sich die NASA, Kepler abzuschalten, und erklärte am 15. November die Mission offiziell für beendet.

Mit Kepler wurden rund 2700 von derzeit mehr als 3800 bekannten extrasolaren Planeten entdeckt, also rund 70 Prozent. Das Weltraumteleskop spürte sie mit der Transitmethode auf. Dafür hielt es eine ausgewählte Region an der

Grenze der Sternbilder Schwan und Leier mit rund 190 000 Sternen dauerhaft im Blick. Kepler suchte nach kleinen periodischen Helligkeitsveränderungen, die beim Durchgang eines oder mehrerer Planeten vor ihrem Zentralgestirn hervorgerufen werden. Anhand der Helligkeitsunterschiede und Annahmen über die Größe und den Spektraltyp des jeweiligen Sterns ließ sich dann auf die Größe des vor dem Zentralgestirn durchziehenden Himmelskörpers schließen. Die mittels Kepler aufgespürten Exoplaneten-Kandidaten wurden in der Folge durch weitere Untersuchungen von der Erde aus entweder bestätigt oder aus der Liste gestrichen.

Da sich Kepler nach Abschluss der Primärmission im Jahr 2012 noch in gutem Zustand befand, kam es zu einer Verlängerung. Ein Jahr später fiel das zweite von vier Drallrädern aus, die der Positionierung des Teleskops dienten. Kepler benötigte für eine exakte Ausrichtung aber drei funktionierende Drallräder.

Zunächst war guter Rat teuer, aber dann gelang es den Missionsanalysten, ein Verfahren zu entwickeln, wie das Weltraumteleskop seine Beobachtungen fortführen konnte, ohne dabei den wertvollen Treibstoff in kürzester Zeit zu verbrauchen. Unter Einbeziehung des Strahlungsdrucks der Sonne, der noch funktionierenden zwei Drall-

Die Monde von Orcus und Eris

Die beiden großen Kuipergürtelobjekte Orcus und Eris – letzterer ist wie der seit dem Jahr 1930 bekannte Pluto ein Zwergplanet – werden von je einem größeren Mond begleitet. Die beiden Forscher Michael E. Brown und Bryan J. Butler vom California Institute of Technology im kalifornischen Pasadena und dem National Radio Astronomy Observatory in Socorro, New Mexico, untersuchten nun die beiden Monde mit dem Millimeterwellen-Observatorium ALMA der ESO in Chile. Sie konnten dabei präzisere Werte als bislang für die Durchmesser der beiden Himmelskörper ableiten.

Vanth, der Mond von Orcus, hat demnach einen Durchmesser von 475 Kilometern, während der Hauptkörper auf 910 Kilometer kommt. Dysnomia, der Mond von Eris, erreicht einen Durchmesser von 700 Kilometern, während der Mutterkörper bei 2326 Kilometer liegt. Letzterer Wert wurde mit Hilfe von Sternbedeckungen durch Eris bestimmt.

Bei beiden Monden fällt auf, dass sie sehr dunkle Oberflächen haben, während die Hauptkörper einen großen Teil des auf sie fallenden Sonnenlichts in den Weltraum zurückwerfen. Vanth strahlt nur acht Prozent des Sonnenlichts ins All, Dysnomia sogar nur vier Prozent.

Brown und Butler vermuten, dass sich die Monde nicht in einer Scheibe aus Eis um ihre Mutterkörper gebildet haben. Dann wären ihre Oberflächen viel heller, wie bei den vier kleinen Monden des Zwergplaneten Pluto. Diese bestehen aus fast reinem Wassereis und werfen zwischen 50 und 90 Prozent des auftreffenden Sonnenlichts zurück.

Tatsächlich ist das Orcus-Vanth-System eine verkleinerte Ausgabe des Pluto-Charon-Systems, wo der Hauptkörper ebenfalls etwa den doppelten Durchmesser seines Mondes aufweist. Dagegen ist Dysnomia im Vergleich zu Eris sehr viel kleiner und erreicht nur etwa ein Fünftel des Durchmessers seines Mutterkörpers.



Künstlerische Darstellung: Emily Lakdawalla / The Planetary Society

Hier sind die großen Monde der Zwergplaneten Pluto und Eris sowie des mittelgroßen Kuipergürtelobjekts Orcus im richtigen Größen- und Helligkeitsverhältnis dargestellt. Die Monde sind jeweils sehr viel dunkler als ihre Hauptkörper.

Bei beiden Monden vermuten Brown und Butler, dass es bei den Hauptkörpern zu einer streifenden Kollision kam, wobei sich der jeweilige Trabant zum allergrößten Teil aus dem Material des auftreffenden Körpers bildete. Ihre dunklen Oberflächen sind typisch für Kuipergürtelobjekte mittlerer Größe.

Astronomical Journal 156,164, 2018;

räder und dem äußerst sparsamen Einsatz der Treibstoffvorräte gelang es, die Mission fortzuführen. Allerdings konnte Kepler nun nicht mehr die ihm ursprünglich zugewiesene Himmelsregion beobachten, dafür kamen nun andere Gebiete ins Blickfeld der K2 genannten Missionsphase und brachten weiterhin reiche Datenausbeute.

NASA, 15. November 2018

Die Mission des Exoplanetenjägers Kepler ist nach mehr als neun Jahren im All endgültig zu Ende. Am 15. November 2018 schaltete die NASA die Bordsender des Weltraumteleskops per Funkbefehl ab.



Illustration: NASA Ames / JPL-Caltech

Parker Solar Probe bricht Geschwindigkeitsrekord

Am 5. November 2018 durchlief die Raumsonde Parker Solar Probe ihre erste Sonnennähe und bewegte sich dabei mit 95 Kilometer pro Sekunde. Damit wurde sie zum bisher schnellsten Objekt aus Menschenhand. Vom Tagesgestirn trennten sie 24,8 Millionen Kilometer, nur 17 Prozent des Abstands Erde–Sonne, ebenfalls ein Rekord.

Lucy darf zu den Trojanern fliegen

Die US-Raumfahrtbehörde NASA gab im Oktober 2018 die offizielle Genehmigung zum Bau und Flug der Asteroidsonde Lucy, die im Jahr 2021 starten wird. Ihre Ziele sind sechs Trojaner-Asteroiden auf der Umlaufbahn von Jupiter.

ESA-Wissenschaftsmissionen erhalten Verlängerung

Fünf Wissenschaftsmissionen und fünf Missionsbeteiligungen der Europäischen Raumfahrtbehörde ESA werden um zwei Jahre bis Ende 2020 verlängert. Unter ihnen befinden sich der Astrometrietransatlant Gaia, die Raumsonde Mars Express und der Röntgensatellit XMM-Newton.

Helle Feuerkugel über Texas

Am 15. November 2018 wurde im Süden des US-Bundesstaats Texas eine helle Feuerkugel beobachtet. Funde von Meteoriten-Bruchstücken sind derzeit noch nicht bekannt.

US-Marsrover landet im Krater Jezero

Der nächste Marsrover der NASA soll im Februar 2021 im rund 50 Kilometer großen Krater Jezero nahe eines fossilen Flussdeltas aufsetzen. Er liegt am Rand des Impaktbeckens Isidis Planitia auf der Nordhalbkugel.

Weitere aktuelle Meldungen
aus Astronomie und
Weltraumforschung
finden Sie auf

www.spektrum.de/astronomie und
[www.sterne-und-weltraum.de/twitter](https://twitter.com/weltraum)

InSight: Marslandung wie im Bilderbuch

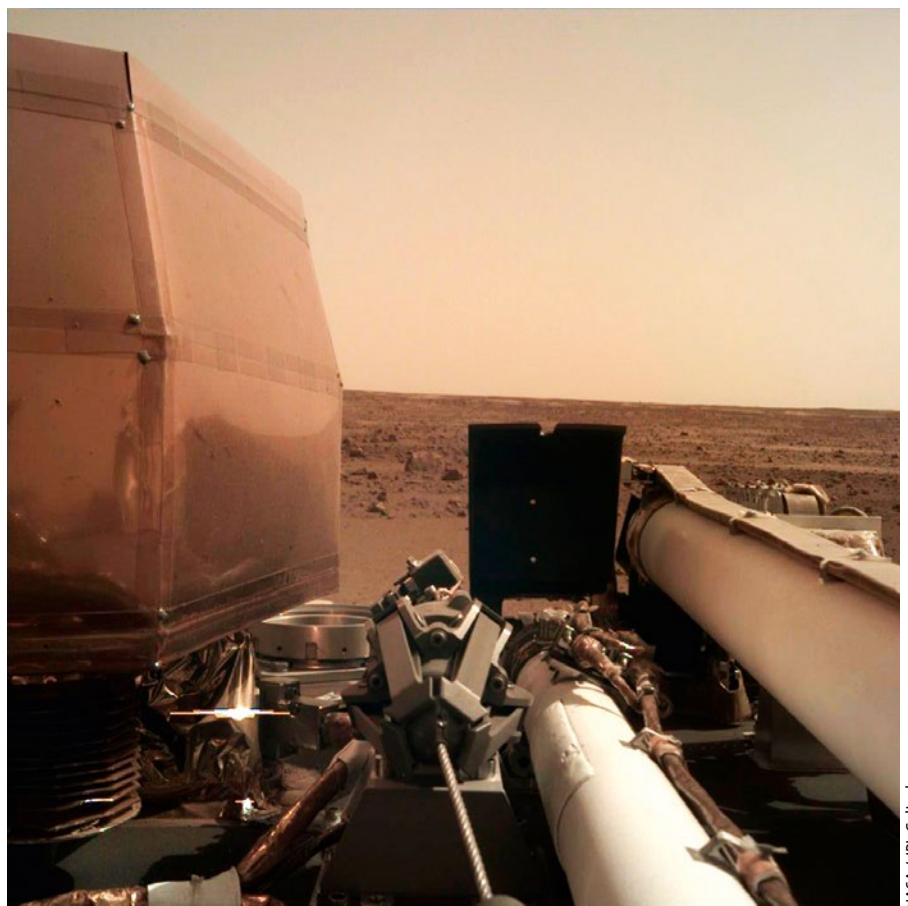
»Touchdown confirmed« – »Aufsetzen bestätigt« – das waren die erlösenden Worte der Missionssprecherin des Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, Kalifornien am 26. November 2018 um 20:53 Uhr MEZ. Vorangegangen waren sieben Minuten atemberaubender Spannung, während die Raumsonde InSight ihre komplexe Choreografie für die Landung durchlief (siehe SuW 12/2018, S. 28). Tatsächlich hatte die Landung schon acht Minuten früher stattgefunden, aber die Funksignale benötigten so viel Zeit bis zur Erde. Genau nach Plan trat InSight in die Marsatmosphäre ein – Radioteleskope auf der Erde, unter anderem das 100-Meter-Radioteleskop Effelsberg in Deutschland, verfolgten, wie die Raumsonde rasch langsamer wurde.

Zudem funktionierten die gleichzeitig mit InSight gestarteten Miniaturraumsonden MarCO-A und -B perfekt und übermittelten live die von der Landesonde abgesetzten Funksignale zur Erde. So ließ

sich direkt verfolgen, wie die Landung verlief und die Aufmerksamkeit im Kontrollzentrum immer mehr bis zum Bersen gespannt war. Nach den erlösenden Worten brach dann lautstarker Jubel aus.

Derzeit sieht es nach einem Bravourstück für die US-Raumfahrtbehörde NASA und die beteiligten Wissenschaftler aus Europa aus. Der Landeplatz ist wie gewünscht sehr eben, und das Gelände im unmittelbaren Umfeld der Sonde ist frei von größeren Felsbrocken. Zudem steht die Sonde weniger als zwei Grad geneigt. Nun sind die Missionskontrollre der NASA dabei, die Raumsonde nach der Landung komplett durchzuchecken und InSight zu einer geophysikalischen Messstation umzuprogrammieren. Die Vorbereitungen für den eigentlichen Messbetrieb werden jedoch mindestens zehn Wochen in Anspruch nehmen. Mit den ersten Messungen wird ab März 2019 gerechnet.

NASA, 27. November 2018



NASA / JPL-Caltech

Kurz nach der Landung am 26. November 2018 wurde eine Kamera am Roboterarm der Raumsonde InSight aktiv, der hier noch eingeklappt ist (weiße Rohre). Das Bild zeigt die Umgebung des Landeplatzes in der Marsregion Elysium Planitia, im Vordergrund sind nur wenige Gesteinsbrocken sichtbar. Am linken Bildrand erkennt man das Schutzgehäuse des Seismometers.

Ein eisiger Planet bei Barnards Pfeilstern

Rund sechs Lichtjahre von uns entfernt, im Sternbild Schlangenträger, befindet sich Barnards Pfeilstern, ein Roter Zwerg mit nur etwa vier Promille der solaren Leuchtkraft. Er ist nach den drei Sonnen des Systems Alpha Centauri der uns nächste Stern. Nun konnte ein internationales Forscherteam um Ignasi Ribas vom spanischen Institut de Ciències de l'Espai einen Planeten im Umlauf um den Roten Zwerg nachweisen. Dafür wertete die Astronomengruppe, zu der auch Wissenschaftler aus Deutschland gehören, Messdaten aus einem Zeitraum von 20 Jahren aus. Demnach benötigt »Barnards Stern b« 233 Tage für eine Umrundung des Roten Zwergs und hat eine Mindestmasse vom 3,2-Fachen des irdischen Werts.

Die Forscher fanden den Planeten mit dem Radialgeschwindigkeitsverfahren, indem sie nach winzigen periodischen Veränderungen in der Bewegung des Sterns über den Himmel suchten. Dafür setzten sie unter anderem den Präzisionspektrografen CARMENES ein, der am 3,5-Meter-Teleskop der ESO auf dem Calar Alto in Spanien angebracht ist. Zudem nutzten sie Messdaten aus der Vergangenheit, die mit anderen Instrumenten gewonnen worden waren. Die Astronomen fahndeten nach winzigen, wiederkehrenden Verschiebungen ausgesuchter Linien im Spektrum des Roten Zwergs. Bei der Analyse unter Einsatz unterschiedlicher statistischer Verfahren fanden die Forscher schließlich eine Periode von 233 Tagen, die sich am besten mit einem Planeten im Umlauf um Barnards Pfeilstern erklären lässt. Der Planet



ESO/M. Kornmesser (https://www.eso.org/public/germany/images/eso1837b/) / CC BY 4.0 (creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode)

So wie in dieser Illustration könnte der Planet um Barnards Pfeilstern aussehen. Hier wird von einer felsigen Welt – einer Supererde – ausgegangen, die eine Mindestmasse vom 3,2-Fachen der irdischen aufweist.

umrundet den Roten Zwerg in rund 40 Prozent des Abstands Erde–Sonne, vergleichbar dem Abstand von Merkur zur Sonne. Dennoch erhält er nur etwa zwei Prozent des Strahlungsflusses, der die Erde von unserer Sonne erreicht. Daher errechnen die Forscher, die von einem Felsplaneten, einer »Super-Erde« ausgehen, eine Oberflächentemperatur von –170 Grad Celsius. Somit dürfte dieser Himmelskörper für Leben, wie wir es kennen, ungeeignet sein.

Barnards Pfeilstern erhielt seinen Namen, weil er am schnellsten über den Himmel zieht. Innerhalb weniger Jahre verschiebt sich seine Position gegenüber den Hintergrundsternen deutlich, die Driftrate beträgt rund zehn Bogensekunden pro Jahr. Daher fiel er bereits im Jahr 1916 dem US-amerikanischen Astronomen Edward Emerson Barnard (1857–1923) auf, als

dieser Fotografien des Sternbilds Schlangenträger, die im Abstand einiger Jahre entstanden, miteinander verglich. Die relativ kurze Distanz von sechs Lichtjahren ist der Grund für die schnelle Bewegung des Sterns am Himmel.

Aber nicht nur seine hohe Geschwindigkeit machte Barnards Pfeilstern bekannt, schon vor mehr als 50 Jahren behaupteten Astronomen, dass sie Hinweise auf das Vorhandensein eines oder mehrerer Planeten von der Masse des Jupiter gefunden hätten. Zwar war diese Behauptung von Anfang an umstritten, aber erst in den 1980er Jahren wurde klar, dass es sich um Messfehler gehandelt haben musste. Der jetzt gefundene Planet weist nur etwa ein Hundertstel der Masse von Jupiter auf, ist also im Vergleich eher ein Winzling. Ribas, I. et al.: Nature 563, S. 365–368, 2018

Anzeige

Unsere Großferngläser-Einstiegsklasse

Kompakt und dennoch lichtstark, machen sie die beidäugige Himmelsbeobachtung zum Genuß. Beide Öffnungen sind sowohl als 45°-Version mit schrägem Einblick oder mit 90°-Prismen (Vorteil bei der Beobachtung im Zenit) erhältlich. Wählen Sie zwischen den ED-Apo-Ferngläsern oder – jetzt neu erhältlich – den Non-ED-Ferngläsern.

70mm-Fernglas
ab 1090* €

82mm-Fernglas
ab 1250* €

Preisaktion Januar 2019
-10%
auf den **Listenpreis***

Diese sphärisch hervorragend korrigierten 2-linsigen Ferngläser bieten Ihnen einen extrem hohen Kontrast.

Die Vergrößerung kann durch die 1,25" Wechselokularaufnahme nahezu beliebig variiert werden – in der Grundausstattung ist ein Set 18mm Okulare enthalten.

Die Fokussage wurde so gewählt, dass Tele Vue Delos, Nagler, Panoptik, sowie das Docter 12,5 mm UWA Okular fokussiert werden können.

Integriert sind verschiebbare Taukappen mit vorderem Abschlussschloß, ein Handtragegriff mit Visiervorrichtung, ein Photostativadapter mit 3/8" Gewindeanschluss.

Um das Glas leicht zu halten, wurde das Gehäuse aus Magnesium-Guss gebaut. Es ist wasserdicht und Stickstoff gefüllt gegen Feuchtigkeitsbildung im Tubusinneren.

www.apm-telescopes.de
E-Mail: info@apm-telescopes.de

APM
TELESCOPES

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

Wann ist ein Stern ein Stern?

Ein Stern benötigt eine Mindestmasse, damit in seinem Innern die Fusion von Wasserstoff zu Helium als Energiequelle zünden kann. Derzeit gehen die Astrophysiker in den neueren Arbeiten zu diesem Thema von einem Mindestwert von rund sieben Prozent der Sonnenmasse aus, was 70 bis 73 Jupitermassen entspricht. Nun untersuchte ein Forscherteam um Sergio Dieterich von der Carnegie Institution of Washington die beiden 11,8 Lichtjahre von uns entfernten Braunen Zwerge Epsilon Indi B und C und bestimmte präzise ihre Massen.

Die beiden Himmelskörper umrunden als enges Paar den Hauptreihenstern Epsilon Indi A in großem Abstand. Der massereichere von ihnen, Epsilon Indi B kommt demnach auf $75 \pm 0,8$ Jupitermassen, während sein Partner Epsilon Indi C $70 \pm 0,7$ Jupitermassen vorweisen kann. Damit liegt Epsilon Indi B auch bei Berücksichtigung der Fehlergrenzen deutlich oberhalb

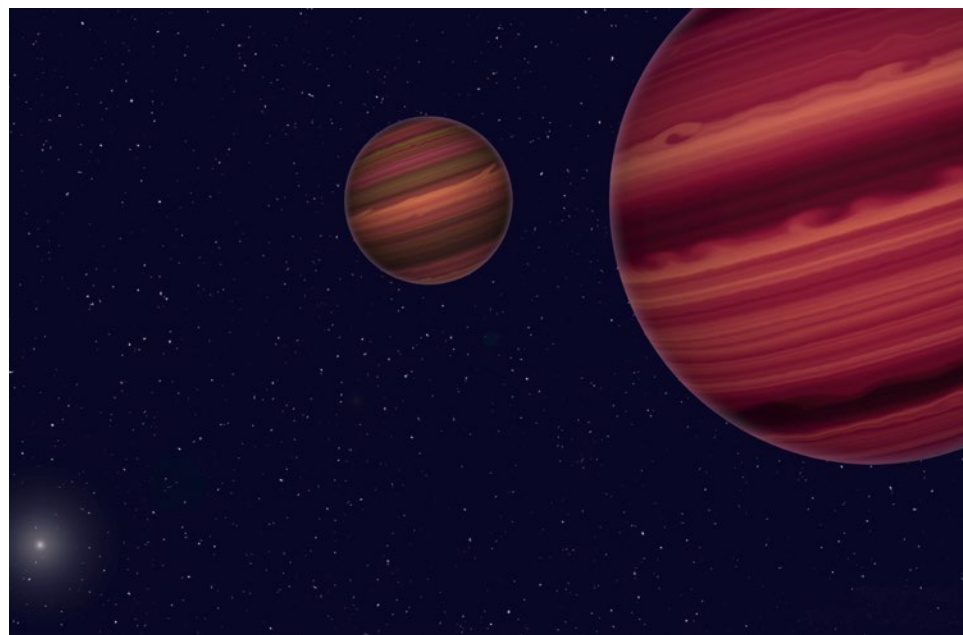


Illustration: Roberto Molar Candanosa and Sergio Dieterich, courtesy of the Carnegie Institution for Science

des derzeit gültigen Grenzwerts.

Aber dennoch ist dieser Himmelskörper kein Stern, wie seine zu geringe Oberflächentemperatur, seine spektrale Signatur und sehr geringe Leuchtkraft eindeutig belegen. Epsilon Indi B ist somit einer der massereichsten Braunen Zwerge und in ihm findet keine Wasserstofffusion statt.

Offenbar ist die Masse allein nicht das ausschließ-

liche Kriterium, wann die Kernfusion einsetzt. Allerdings fanden Dieterich und seine Koautoren auch keinen klaren Zusammenhang zwischen den Gehalten an schwereren Elementen und dem Beginn von Fusionsreaktionen.

Möglicherweise geben die derzeit favorisierten Entwicklungsmodelle für Braune Zwerge für die Heligkeit und für die effektive Temperatur zu niedrige

Die beiden Braunen Zwerge Epsilon Indi B und C umrunden als enges Paar den rund 1200 Astronomische Einheiten entfernten Hauptstern Epsilon Indi A.

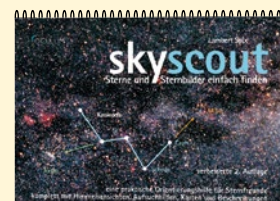
Werte an. Somit müssten die gegenwärtig geltenden Massengrenzwerte für den Übergang zum echten Stern nochmals überdacht werden.

The Astrophysical Journal 865:28, 2018

»Sterne und Weltraum«-Gewinnspiel

Mit etwas Glück können Sie ein Exemplar des informativen und reich illustrierten Buchs »Skyscout – Sterne und Sternbilder einfach finden« aus dem Oculum-Verlag in Erlangen gewinnen.

Senden Sie die Ziffern der Fragen und den jeweils zugehörigen Buchstaben der richtigen Lösung bis zum **11. Januar 2019** per E-Mail mit der Betreffzeile »Ultima« an: gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de



Frage 1: New Horizons passiert Ultima Thule im Abstand von:
a) rund 1500 Kilometern
b) rund 2500 Kilometern
c) rund 3500 Kilometern

Frage 2: Der größte Durchmesser von Ultima Thule beträgt:
a) etwa 45 Kilometer
b) etwa 35 Kilometer
c) etwa 15 Kilometer

Frage 3: Ultima Thule gehört zur Objektklasse der:
a) Zwergplaneten
b) Kuipergürtelobjekte
c) Kometen

Teilnahmebedingungen: Alle »Sterne und Weltraum«-Leser, die bis zum 11. Januar 2019 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.

Fossiles Einschlagkraterfeld in Wyoming entdeckt

Eine Forschergruppe um Thomas Kenkmann von der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg stieß im US-Bundesstaat Wyoming auf ein fossiles Streufeld von Einschlagkratern. Ihr Alter beträgt rund 280 Millionen Jahre, sie entstanden während des Erdzeitalters des unteren Perm. Zu dieser Zeit entwickelten sich die ersten Reptilien, Dinosaurier gab es noch nicht. Derzeit sind nur sechs weitere Kraterstreufelder auf der Erde bekannt, die höchstens rund 65 000 Jahre alt sind.

Das Douglas-Kraterstreufeld befindet sich in den Rocky Mountains in der Nähe der Stadt Douglas in Wyoming und erstreckt sich über eine Länge von 7,5 und eine Breite von 1,5 Kilometern. Bislang stießen Kenkmann und seine Koautoren auf mehr als 40 Einschlagkrater, deren Größen zwischen 10 und 80 Meter betragen. Sie sind oft sehr gut erhalten und am Boden leicht als Vertiefungen zu erkennen. Die Krater entstanden in einem flachen, vom Meer bedeckten Küstenbereich in relativ weichem Sand. Durch die Einschläge wurde der Sand verdichtet und teilweise zu einem härteren Gestein als in der Umgebung verfestigt. Zudem wurden die Krater recht schnell von tonigem Material bedeckt und aufgefüllt, so dass sie kaum erodiert wurden und so erhalten blieben.

Wahrscheinlich war das Kraterstreufeld noch wesentlich größer, aber ein Teil der »Casper-Sandstein-Formation« ist während der Auffaltung der Rocky Mountains zu einem Hochgebirge bereits abgetragen worden, während ein anderer Teil noch unter jüngeren Gesteinen begraben liegt.

Der ultimative Nachweis, dass es sich bei diesen runden und ovalen Vertiefungen wirklich um Einschlagkrater handelt, gelang mit Hilfe der kristallinen Quarzkörner des Casper-Sandsteins. Darin fanden die Forscher so genannte planare Stoßwellen-Lamellen, die nur beim Durchgang einer heftigen Stoßwelle entstehen können. In diesen sehr feinen Strukturen, welche die Quarzkörner durchziehen, hat sich der Quarz in Glas verwandelt, das heißt, seine Kristallstruktur wurde zerstört. Solche Lamellen sind auch von den Sandsteinen des Barringer-Kraters in Arizona und Gesteinen aus dem Nördlinger Ries bekannt, die zweifelsfrei Einschlagkrater von Asteroiden sind.

Nature Scientific Reports 8:13246, 2018; doi:10.1038/s41598-018-31655-4



Thomas Kenkmann / Universität Freiburg

Dieser Einschlagkrater (rot gestrichelte Linie) in den Rocky Mountains im US-Bundesstaat Wyoming ist etwa 60 Meter lang und entstand vor rund 280 Millionen Jahren.



Vor 50 Jahren

Entdeckung einer Radiospektrallinie des Ammoniakmoleküls

»Ein Teil des interstellaren Stickstoffs findet sich gebunden in der Form des Ammoniakmoleküls NH_3 . Das ziemlich verwickelte Termschema dieses Moleküls resultiert u.a. in Spektrallinien, ... deren Frequenzen zwischen 19 und 40 GHz liegen. Zwei dieser Linien (charakterisiert durch die Quantenzahlen $J, K = 1,1$ bzw. $2,2$) wurden kürzlich von Charles Townes (Nobelpreisträger für Physik 1964), Jack Welch und Mitarbeitern von der University of California in Berkeley entdeckt, ... [und zwar] in Emission im Bereich der Radioquelle Sgr A (galaktisches Zentrum). ... Es läßt sich heute schwer voraussehen, welche Bedeutung die neu entdeckten NH_3 -Linien für die Astrophysik gewinnen werden.«

(SuW, Januar 1969, S. 15)

Schon ab 1937 hatten Astronomen in optischen Sternspektren Absorptionslinien von CH und einer Handvoll ähnlicher einfacher Moleküle entdeckt, die sich im interstellaren Raum befinden mussten. Aber erst mit dem Nachweis von Molekülen im Radiobereich – als erstes wurde 1963 OH gefunden – ergab sich ein neuer Blick auf das interstellare Medium: Molekülwolken als Orte der Sternentstehung und als wichtiger neuer Baustein der Milchstraße. Zu diesem Bild trug wesentlich das zweite, im Oktober 1968 durch seine Emissionen bei 1,3 Zentimeter Wellenlänge nachgewiesene Molekül bei, das oben besprochene NH_3 . Heute sind etwa 200, meist organische, interstellare Moleküle bekannt.

Die unmittelbare Bedeutung der ersten NH_3 -Beobachtungen lag darin, dass sie sich nur auf Objekte mit einer Gasdichte von mindestens 10^3 Teilchen pro Kubikzentimeter beziehen konnten, was jenseits des für den interstellaren Raum Erwarteten lag. Innerhalb solcher Molekülwolken in Sternentstehungsgebieten fand man um 1980 mit der ($J, K = 1,1$)-Linie des NH_3 noch dichtere Strukturen, Kerne genannt. Mit ihren Größen von wenigen zehntel Lichtjahren, Dichten von 10^4 bis 10^5 , Temperaturen von leicht über 10 Kelvin und wenigen Sonnenmassen erwiesen sie sich als Vorstufe zur Bildung massearmer Sterne durch Gravitationskollaps.

Dank eines halben Dutzends von Linien verschiedener Anregungsenergie innerhalb eines nur vier Prozent breiten Frequenzbandes eignet sich NH_3 hervorragend als Thermometer für Molekülwolken im Bereich von zehn bis zu hundert von Kelvin. Das war wichtig für mehrere Projekte der letzten Jahre. Themen waren etwa die Eigenschaften der turbulenten molekularen Gebiete im Innenbereich unserer Galaxis oder – längs der Milchstraße untersucht – die Umgebung massereicher Sterne. Und in der 11 Millionen Lichtjahre entfernten, durch einen Sternentstehungsausbruch gekennzeichneten Galaxie NGC 253 zeigte sich, dass das Gas im Innenbereich gleichmäßig durch Turbulenz aufgeheizt wird. Die Bedeutung von NH_3 für die Physik der Sternentstehung im weiteren Sinne ist nach wie vor beträchtlich.

CHRISTOPH LEINERT