

CNSA / CLEP / www.clep.org.cn / Ausschnitt

Chang'e-4: China landet auf der Rückseite des Mondes

W I S wissenschaft
in die schulen!

Mit dem sanften Aufsetzen ihrer Sonde Chang'e-4 auf der Rückseite des Mondes am 3. Januar 2019 hat die Volksrepublik China Raumfahrtgeschichte geschrieben. Schon acht Stunden nach der Landung wurde der mitgeführte Rover, der nun den Namen Yutu-2 trägt, auf der Mondoberfläche abgesetzt. Er hat bereits einige Dutzend Meter auf der Oberfläche zurückgelegt. Elf Tage später gingen Sonde und Rover bei Anbruch der zweiwöchigen Mondnacht in den Schlafmodus, um Energie zu sparen. Sie werden überwiegend durch Solarzellen mit Strom versorgt. Der Lander selbst ist zusätzlich mit einem russischen Radioisotopengenerator

ausgestattet, der einen eingeschränkten Betrieb erlaubt und die Sonde in der kalten Mondnacht warm hält.

Chang'e-4 setzte im von-Karman-Krater auf, der sich innerhalb des riesigen Aitken-Beckens am Südpol befindet, der größten Einschlagstruktur auf dem Mond. Es hat einen Durchmesser von rund 2500 Kilometern und entstand vor mehr als vier Milliarden Jahren. Das Becken ist aus wissenschaftlicher Sicht besonders interessant, da es bis zu neun Kilometer tief unter dem mittleren Höhengniveau des Mondes liegt.

Beim Einschlag drang der Impaktor mehr als hundert Kilometer tief in die

Oberfläche des Mondes ein. Er explodierte dabei, weil seine gesamte Bewegungsenergie schlagartig in Wärme umgewandelt wurde. Dadurch wurden riesige Mengen an Gesteinsmaterial aus der getroffenen Region herausgeschleudert. Dabei sollten auch Gesteine aus dem tieferen Inneren des Erdtrabanten an die Oberfläche gelangt sein. Somit haben Chang'e-4 und Yutu-2 möglicherweise die Gelegenheit, Gesteine des Mondmantels zu untersuchen, was bislang noch nicht möglich war. Die Mondforscher erhoffen sich so, wichtige Schlüsse über die geologische Entwicklungsgeschichte unseres Trabanten abzuleiten.

Eine Kollision im Asteroidengürtel?

Der Hauptgürtelasteroid (6478) Gault hat am 8. Januar 2019 einen langen Staubschweif ausgebildet, wie Aufnahmen des »Asteroid Terrestrial-Impact Last Alert

System (ATLAS)« zeigen. Der im Jahr 1988 entdeckte, rund vier Kilometer große Himmelskörper war bislang nicht durch eine kometenartige Aktivität aufgefallen.

Möglicherweise kam es zu einer Kollision im Asteroidengürtel zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter, bei der größere Mengen an Material aus Gault herausgesprengt wurden. Ähnliches wurde im Jahr 2010 mit dem Weltraumteleskop Hubble beim Objekt P/2010 A2 beobachtet (siehe SuW 12/2010, S. 24). Auch seinerzeit entwickelte der getroffene Himmelskörper einen langen Staubschweif, so dass er zunächst für einen Kometen gehalten wurde.

Tatsächlich gibt es im Asteroidengürtel die sogenannten Hauptgürtelkometen, die nur gelegentlich kometare Aktivität wie einen

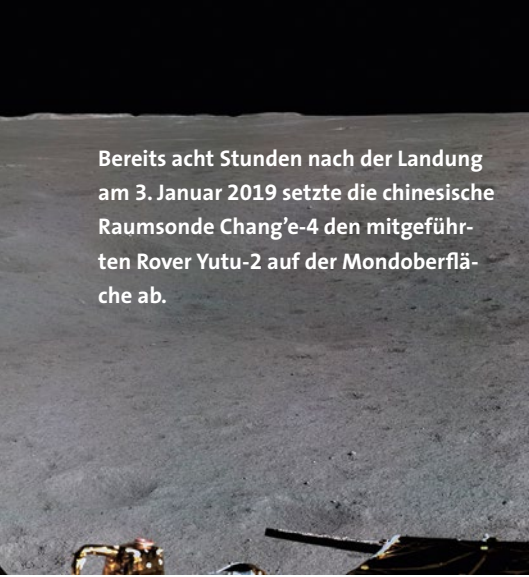
Schweif entfalten. Offenbar enthalten diese sonst unauffälligen Kleinkörper unter ihren Oberflächen Ansammlungen flüchtiger Stoffe wie Wassereis oder gefrorenes Kohlendioxid. Aus bislang unbekannter Ursache sublimieren diese Stoffe plötzlich – werden also direkt zu Gas und reißen dabei Staub mit sich. Der erste Himmelskörper, bei dem echte kometare Aktivität entdeckt wurde, war der Asteroid (7968) Elst-Pizarro, der jetzt als kurzperiodischer Komet 133P in den Listen geführt wird.

Beim Asteroiden Gault wurde jedoch bislang keine Gasfreisetzung nachgewiesen, so dass derzeit eine kometare Aktivität

Die Zahl des Monats

Auf durchschnittlich **284 Euro pro Jahr** und Bürger schätzen einer Umfrage zufolge die Deutschen die **Aufwendungen Deutschlands für Raumfahrt aus Steuermitteln. Tatsächlich sind es weniger als 20 Euro pro Jahr und Bürger.**

Quellen: Umfrage von Harris Interactive im Dezember 2018 und Bundeshaushalt 2018



Bereits acht Stunden nach der Landung am 3. Januar 2019 setzte die chinesische Raumsonde Chang'e-4 den mitgeführten Rover Yutu-2 auf der Mondoberfläche ab.

CNSA / CLEP / www.clep.org.cn / Ausschnitt

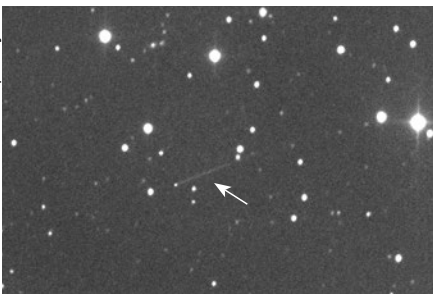
Nach der erfolgreichen Landung von Chang'e-4 bot die chinesische Raumfahrtbehörde CNSA Einblicke in ihre weiteren Pläne zur Mondforschung. Noch Ende dieses Jahres soll Chang'e-5 starten, um Gesteinsproben von der Vorderseite des Mondes zur Erde zu bringen. Im Jahr darauf soll Chang'e-6 Gesteinsmaterial vom Mondsüdpol zur Erde transportieren. Die Sonden Chang'e-7 und -8 dienen nach 2023 der weiteren detaillierten Erkundung der Region um den Mondsüdpol. Hierbei strebt die Volksrepublik China unter anderem Kooperationen mit Russland und der Europäischen Raumfahrtbehörde ESA an.

CNSA, 14. Januar 2019

eher ausgeschlossen wird. Somit bleibt nur noch eine Kollision als Erklärung übrig. Mittlerweile hat der Schweif eine Länge von rund 400 000 Kilometern erreicht, etwa die Strecke Erde – Mond.

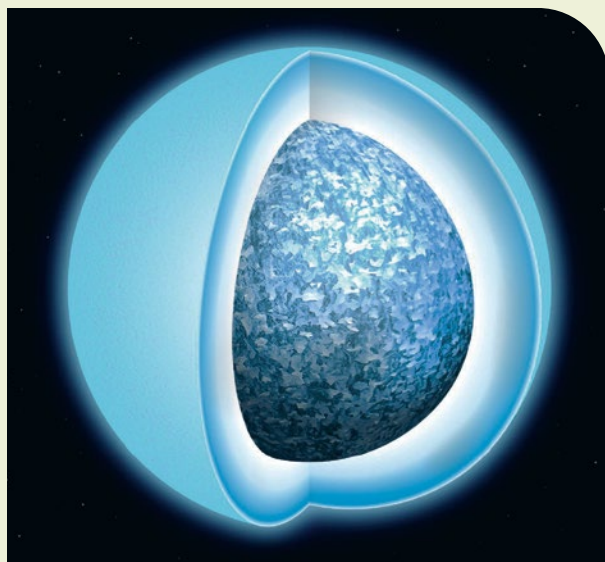
ATLAS, 9. Januar 2019

Gianluca Masi / Virtual Telescope Project



Mit einem 17-Zoll-Teleskop von PlaneWave konnte der italienische Astronom Gianluca Masi den Staubschweif des Asteroiden (6478) Gault am 11. Januar 2019 fotografieren (Pfeil).

Über lange Zeiträume hinweg kommt es im Inneren von Weißen Zwergen zur Kristallisation. Die dabei freigesetzte Kristallisationswärme hält die Temperaturen der Weißen Zwerge für Milliarden von Jahren konstant.



Künstlerische Darstellung: University of Warwick / Mark Garlick

Weißer Zwerge kristallisieren

Die kompakten Überreste von sonnenähnlichen Sternen werden in ferner Zukunft kristallisieren. Das schließt die Arbeitsgruppe um Pier-Emmanuel Tremblay von der University of Warwick aus Daten des europäischen Astrometriemissionssatelliten Gaia. Astronomen bestimmten mit Hilfe dieses Instruments bei einer systematischen Durchmusterung des Milchstraßensystems die präzisen Entfernungen von mehr als 200 000 Weißen Zwergen. Aus diesen Angaben errechnete die Forschergruppe die absolute Helligkeit von rund 15 000 dieser Sternleichen.

Dabei stießen die Astronomen auf eine Art von Entwicklungsstau: Demnach bleiben Weiße Zwerge unabhängig von ihrer Masse und ihrem Alter an einem bestimmten Punkt ihrer Entwicklung für geraume Zeit bei einer spezifischen Kombination aus Leuchtkraft und Temperatur stehen. Die Quelle der zusätzlichen Wärme ist die bei der Kristallisation ihres Inneren freiwerdende Energie.

Der Effekt wird mit diesem Vergleich verständlich: Wird Wasser langsam abgekühlt, so bildet sich am Gefrierpunkt Eis. Aber das nach und nach entstehende Eis wird danach nicht kälter als das Wasser. Solange noch flüssiges Wasser vorhanden ist, weist die gesamte Mischung eine Temperatur von null Grad Celsius auf. Erst wenn alles Wasser gefroren ist, fällt die Temperatur weiter.

Wenn Sterne wie die Sonne ihren Vorrat an Wasserstoff zu Helium fusioniert haben, werden sie zu Roten Riesen: In ihnen verschmilzt Helium zu Sauerstoff und Kohlenstoff. Dabei blähen sie sich durch die höhere Temperatur drastisch auf und stoßen dabei ihre äußere Hülle aus Sternmaterie ab. Ihre Masse reicht jedoch nicht aus, um Kohlenstoff und Sauerstoff zu noch schwereren Elementen zu fusionieren. Ist das Helium verbraucht, kommt die Fusion zum Erliegen, und die Kernzone schrumpft drastisch – ein Weißer Zwerg ist entstanden. Dieses etwa erdgroße Gebilde aus entarteter Materie kühlt sehr langsam ab.

Tremblay und seine Koautoren zeigen nun, dass die Abkühlung für mehrere Milliarden Jahre pausiert. Somit erscheinen alte Weiße Zwerge jünger als sie es tatsächlich sind. Die Ursache ist ein Phasenübergang. Bereits vor 50 Jahren sagte der Astronom Hugh M. van Horn im »Astrophysical Journal« diesen Effekt vorher: Wenn die dichte Materie des Weißen Zwergs abkühlt, erreicht sie irgendwann eine Kombination aus Druck und Temperatur, bei der sich die Atome zu einem Kristallgitter zusammenfinden.

Bei diesem Prozess wird Energie frei – jene Energie, die benötigt wird, um das Gitter beim Schmelzen wieder aufzubrechen. Das stabilisiert die Temperatur des Sternrests, denn alle an der Oberfläche abgestrahlte Wärme liefert die kristallisierende Materie im Inneren nach. Erst wenn die gesamte Materie kristallisiert ist, kühlt das Objekt weiter ab.

Nature 565, S. 202–205, 2019

Radioastronomiesatellit Spektr-R hat Probleme

Der Kontakt mit dem im Jahr 2011 gestarteten russischen Radioastronomiesatelliten Spektr-R ist gestört: Möglicherweise wurde die Bordelektronik durch die Einwirkung kosmischer Strahlung beschädigt.

Start eines iranischen Satelliten gescheitert

Kein Glück für den iranischen Erdkundungssatelliten Pajam am 15. Januar 2019: Durch ein Versagen der dritten Stufe der Trägerrakete konnte der Satellit keine stabile Umlaufbahn erreichen.

Bürgerwissenschaftler finden Exoplaneten

In den Daten des Weltraumteleskops Kepler stießen Bürgerwissenschaftler auf einen Exoplaneten im Umlauf um den Roten Zwerg K2-288 im Sternbild Stier. Der Planet K2-288b hat etwa den zweifachen Durchmesser der Erde und benötigt 31,3 Tage für eine Umlaufbahn.

Arecibo-Radioteleskop untersucht Komet Wirtanen

Während der dichtesten Annäherung des Kometen 46P/Wirtanen im Dezember 2018 konnte das Radarsystem des Radioteleskops in Arecibo den Kern erfassen. Aus den Daten ergibt sich ein Durchmesser von 1,4 Kilometern und eine Rotationsdauer von 8,9 Stunden.

Ein weitere Quelle für schnelle Radioausbrüche

Radioastronomen melden die Entdeckung einer weiteren Quelle für wiederkehrende schnelle Radioausbrüche, englisch: repeating Fast Radio Bursts: FRB 180814.J0422+73 brach im Juli und August 2018 sechsmal aus und ist damit erst das zweite bekannte Exemplar seiner Art.

Weitere aktuelle Meldungen aus Astronomie und Weltraumforschung finden Sie auf www.spektrum.de/astronomie und www.sterne-und-weltraum.de/twitter

Marssonde InSight kommt gut voran

Die am 26. November 2018 auf dem Mars gelandete Raumsonde InSight (siehe SuW 2/2019, S. 10) kommt mit den Vorbereitungen zur Aufnahme ihres Messbetriebs gut voran. Am 19. Dezember 2018 platzierte der Roboterarm der Sonde das Seismometer SEIS auf dem Marsboden. Gegen Ende Januar 2019 wurden die ersten seismischen Messdaten erwartet.

Nach dem Absetzen von SEIS wurde zunächst das Flachbandkabel, welches das Instrument mit Strom versorgt und für die Datenübermittlung benötigt wird, flach auf dem Marsboden ausgerollt. Dies ist nötig, damit die Winde der dünnen Marsatmosphäre nicht am Kabel rütteln. Sie würden sonst das Seismometer in Schwingungen versetzen und die Messungen beträchtlich stören.

Danach wurde mit Hilfe von drei verstellbaren Füßen das Instrument von seiner anfänglichen Neigung von 2,5 Grad auf ein Zehntel Grad genau senkrecht

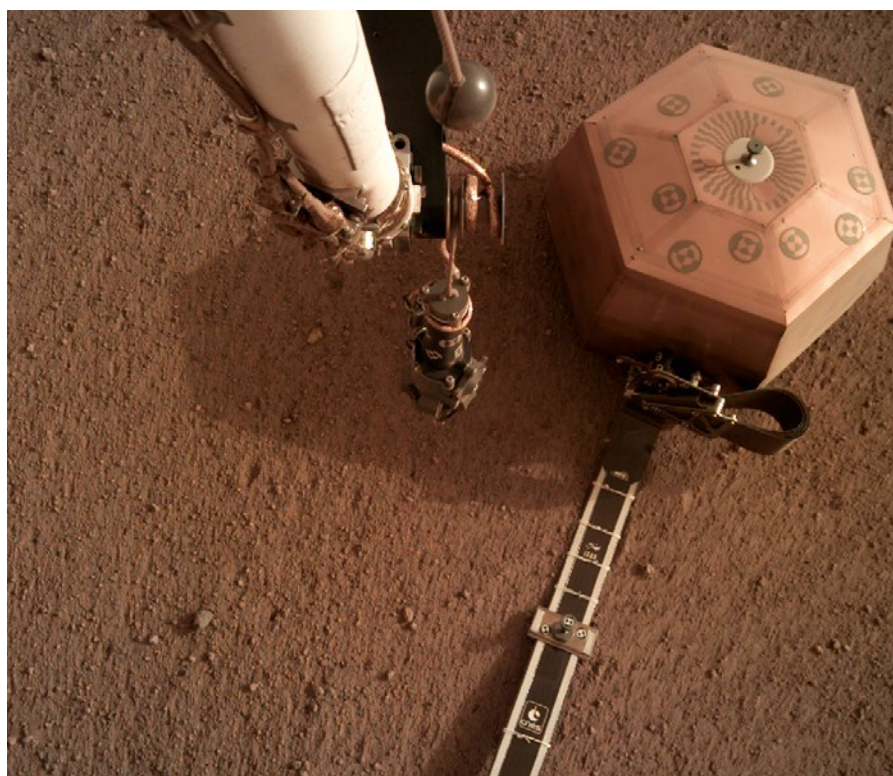
Seit dem 19. Dezember 2018 steht das in einem sechseckigen Schutzgehäuse befindliche Seismometer der Raumsonde InSight direkt auf dem Marsboden. Links ist der Roboterarm der Sonde zu sehen, auf dem Boden liegt das verbindende Flachbandkabel zur Sonde.

justiert und so dicht wie möglich zum Boden hin abgesenkt. Dies war ebenfalls nötig, um eine möglichst gute mechanische Ankopplung an den Marsboden zu gewährleisten.

Zum Abschluss der Arbeiten wird noch eine halbkugelförmige Schutzkuppel über das Seismometer gestülpt, um es von der Marsatmosphäre und der Sonneneinstrahlung abzuschirmen. Sein Rand ist ein flexibler Balg, der aus einer Kombination von Kettenhemd und Schuppenpanzer besteht. Sie kann sich der Kontur des Marsbodens anpassen und ermöglicht so einen dichten Abschluss.

Nach dem die Aufstellarbeiten für SEIS abgeschlossen sind, wird als nächstes die »Garage« für den mechanischen Maulwurf auf den Marsboden gestellt und ebenfalls ausgerichtet. Danach macht sich der Maulwurf daran, sich als ein selbst einschlagender Nagel in den Marsboden einzugraben. Dabei wird es spannend werden, wie tief er in den Marsboden eindringen kann. Ideal wäre eine Tiefe von fünf Metern, aber auch drei Meter würden für einen Erfolg ausreichen. Sollte der Maulwurf jedoch auf einen größeren Stein dicht unterhalb der sichtbaren Oberfläche stoßen, würde er in dieser Tiefe stranden.

The Planetary Society, 9. Januar 2019



Der farbige Hauch eines sterbenden Sterns

Wenn ein Stern von etwas mehr als der Masse unserer Sonne, aber weniger als acht Sonnenmassen, das Ende seiner Existenz erreicht, endet er als Planetarischer Nebel wie das Objekt ESO 577-24 im Sternbild Jungfrau. Er wurde hier erstmals mit dem abbildenden Spektrografen FORS am Very Large Telescope der Europäischen Südsternwarte ESO in Chile fotografiert, wodurch viele Einzelheiten erkennbar werden.

Bei diesem Planetarischen Nebel hat sich der Vorgängerstern zu einem Roten Riesen aufgebläht und einen enorm starken Sternwind ausgestoßen. Dabei sammelten sich die freigesetzten Gase der ehemaligen Sternhülle im näheren Umfeld um den Stern an und bildeten eine sich ständig weiter in den Weltraum ausdehnende Blase.

Unterdessen zog sich die Kernzone des Sterns nach dem Erlöschen der energiespendenden Fusionsreaktionen zu einem Weißen Zwerg zusammen. Dieser ist ein Gebilde von etwa der Größe der Erde, der jedoch bis zum 1,4-fachen der Sonnenmasse enthalten kann. Weiße Zwerge bestehen überwiegend aus stark komprimiertem Kohlenstoff und Sauer-

stoff, wobei die Materie entartet und eine extrem hohe Dichte aufweist. Ein Kubikzentimeter würde rund zehn Tonnen wiegen.

Durch die Restwärme aus der Kernfusion und die Kompressionswärme vom Zusammenziehen sind Weiße Zwerge extrem heiß und geben große Mengen von ultravioletter Strahlung ab. Sie regt die

umgebenden Gasmassen zum Aussenden von sichtbarem und infrarotem Licht an, wodurch der Planetarische Nebel aufleuchtet. Ein solcher Nebel hat nur eine vergleichsweise geringe Lebensdauer von etwa 10 000 bis 20 000 Jahren, dann haben sich seine Gase so weit verdünnt, dass das Leuchten zu schwach wird, um noch aufzufangen zu werden.

ESO, 22. Januar 2019



ESO (https://www.eso.org/public/germany/images/eso1902a1) / CC BY 4.0 (creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode)

Der rund 1400 Lichtjahre von uns entfernte Planetarische Nebel ESO 577-24 wurde mit dem Very Large Telescope der ESO fotografiert und lässt viele Details erkennen. Im Bild befinden sich zudem zahlreiche weit entfernte Hintergrundgalaxien.

Anzeige



bis 31.3.2019
Einführungspreis
-10%
regulär 295 €
jetzt 265 €

APM HI-FW

Weitwinkelokular: 12,5mm 84° Gesichtsfeld!

Das neue Okular in der Docter-Klasse, von APM TELESCOPES

- ✓ Höchste Bilddefinition
- ✓ Großer Augenabstand von 23mm
- ✓ Optimierte Randschärfe auch bei schnellen Optiken
- ✓ Geschwärzte Linsenkannten
- ✓ Edelstahlsteckhülse mit Sicherungsnut und Filtergewinde
- ✓ Umklappbare Augenmuschel
- ✓ Optimierte Haptik



Brillenräger haben bei Okularen mit großen Eigengesichtsfeldern oft das Problem, dass das Gesichtsfeld mit Brille nicht voll überblickt werden kann - vor allem bei kurzbrennweitigen Optiken! Mit dem neuen APM HI-FW 84°-Okular wird das Problem gelöst, denn es bietet auch bei kurzbrennweitigen Optiken ein extrem großes, und dank des 23mm Augenabstands, auch für Brillenträger, optimal überschaubares Gesichtsfeld.

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



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

Mondfinsternis mit Einschlag

Die totale Mondfinsternis am 21. Januar 2019 hielt für die Beobachter eine Überraschung bereit: Offenbar gab es einen Einschlag eines kleinen Himmelskörpers von mindestens der Größe eines Fußballs auf dem Erdtrabanten (siehe auch S. 82). Dokumentiert ist ein kurzer Lichtblitz um 05^h 41^m und 43^s Uhr MEZ, kurz nach dem Beginn der totalen Verfinsternung, westlich des Mare Humorum (Meer der Feuchtigkeit). Er wurde zur gleichen Zeit von vielen Beobachtern weltweit an derselben Stelle auf dem Mond gesichtet.

Somit lassen sich beispielsweise ein Iridium-Flare oder eine Spiegelung der Sonne an einem anderen Satelliten oder Weltraumschrott als Ursache ausschließen. Zeitweise wurde sogar ein zweiter Einschlag vermutet, doch ließ sich dieser nicht bestätigen.

Was hier genau auf dem Mond eingeschlagen ist, wird sich nicht ermitteln lassen. Es ist aber zu vermuten, dass ein kleiner Meteoroid mit einer Masse von zehn Kilogramm,

also ein Brocken aus Silikatmineralen und metallischem Eisen mit hoher Geschwindigkeit aufschlug. Infolgedessen wurde die Bewegungsenergie des Objekts schlagartig in Wärme umgewandelt. Dabei verdampfte der Brocken und sprengte einen Krater in den Mondboden.

Die Koordinaten des Lichtblitzes liegen bei einer lunaren Breite von 29,47 Grad Süd und einer Länge von 67,77 Grad West mit einer Abweichung von ± 4 Kilometern. In den nächsten Wochen soll mit der im Mondumlauf befindlichen Raumsonde Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) versucht werden, den neu entstandenen Krater mit einem möglichen Durchmesser um sieben Meter im angegebenen Bereich zu lokalisieren.

Tatsächlich stoßen die Planetenforscher in den Bildern von LRO, der seit 2009 unseren Mond umrundet, recht häufig auf kleine, neue Einschlagkrater, die in vorherigen Aufnahmen nicht vorhanden waren. Dies gilt insbesondere auch beim Vergleich mit den viel älteren



Utz Schmidtko

Während der totalen Mondfinsternis vom 21. Januar 2019 fotografierte Utz Schmidtko einen Lichtblitz auf dem Mond (Pfeil), der auf den Einschlag eines kleinen Objekts zurückgeht. Die Aufschlagstelle befindet sich westlich des Mare Humorum.

ren Bildern der fünf Sonden des Programms Lunar Orbiter, die zwischen 1966 und 1968 den Mond erstmals mit sehr hoher räumlicher Auflösung kartierten.

Lichtblitze (englisch: moon blinks) wurden immer wieder auf dem Erdtrabanten beobachtet und werden durch Einschläge kleiner Objekte verursacht. Untersuchungen der Raumfahrt-

behörden NASA und ESA weisen darauf hin, dass es im Mittel etwa alle zwei bis drei Stunden zu einem Lichtblitz auf dem Mond kommt. Zu den Erzeugern gehören unter anderem auch die größeren Partikel der Meteorströme der Perseiden oder der Leoniden. Sie wurden schon mehrfach von Amateurbeobachtern registriert (siehe SuW 8/2013, S. 68).

»Sterne und Weltraum«-Gewinnspiel

Mit etwas Glück können Sie ein Exemplar des amüsanten, informativen und reich illustrierten Sachbuchs »Sternegucken für Dummies« aus dem WileyVCH-Verlag in Weinheim gewinnen.

Senden Sie die Ziffern der Fragen und den jeweils zugehörigen Buchstaben der richtigen Lösung bis zum **8. März 2019** per E-Mail mit der Betreffzeile »Ultima« an: gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de

Frage 1: Wann wurde das Objekt Ultima Thule entdeckt?

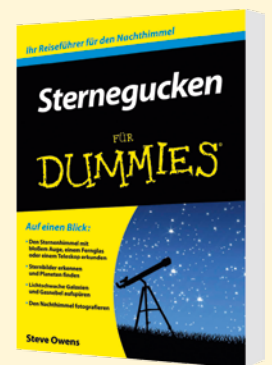
- a) 2004
- b) 2012
- c) 2014

Frage 2: Die größte Länge von Ultima Thule beträgt rund:

- a) 32 Kilometer
- b) 42 Kilometer
- c) 52 Kilometer

Frage 3: New Horizons passierte Ultima Thule am:

- a) 1. Dezember 2018
- b) 1. Januar 2019
- c) 1. Februar 2019



Teilnahmebedingungen: Alle »Sterne und Weltraum«-Leser, die bis zum 8. März 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.

Gustav Andreas Tammann (1932–2019)

Am 6. Januar 2019 verstarb der bedeutende Astronom und Kosmologe Gustav Andreas Tammann im Alter von 86 Jahren im schweizerischen Basel. Dem am 24. Juli 1932 in Göttingen geborenen Forscher war die wissenschaftliche Laufbahn in die Wiege gelegt. Er studierte Astronomie in Basel, Freiburg und Göttingen. Am Astronomischen Institut der Universität Basel beschäftigte er sich mit der Fotometrie von offenen Sternhaufen und trug damit zum Nachweis der Spiralstruktur der Milchstraße bei.

Im Jahr 1963 ging er nach Kalifornien an die damals führenden Sternwarten auf dem Mount Wilson und auf dem Mount Palomar. Dort entwickelte sich eine enge Freundschaft und sehr fruchtbare Zusammenarbeit mit dem Hubble- und Baade-Schüler Allan Sandage, die Tammanns weiteres Forscherleben entscheidend prägen sollte. Im Jahr 1965 heiratete er seine Frau Yveta, geborene Jundt. Aus der Ehe gingen zwei Kinder hervor. Im Jahr 1972 wurde er Professor für Astronomie in Hamburg. Von 1977 bis zu seiner Emeritierung 2002 war er Ordinarius an der Universität Basel und Direktor des dortigen Astronomischen Instituts. Für seine Arbeiten wurde er unter anderem mit der Karl-Schwarzschild-Medaille, der Einstein-Medaille und dem Tomalla-Preis ausgezeichnet.

Der wissenschaftliche Schwerpunkt der Arbeit des Duos Sandage-Tammann lag auf der Bestimmung der Hubble-Lemaître-Konstante H_0 , also der Ausdehnungsrate des Universums. Sandage und Tammann erhielten stets einen Wert von rund 50 Kilometern pro Sekunde und Megaparsec für H_0 , während eine andere Gruppe um Gérard de Vaucouleurs geringere Galaxienentfernungen maß und rund 100 Kilometer pro Sekunde und Megaparsec für H_0 erhielt. Die Diskussion, wer nun Recht hat, wurde jahrzehntelang teils unversöhnlich geführt. Der heute akzeptierte Wert liegt etwa in der Mitte bei rund 70 Kilometer pro Sekunde und Megaparsec.

Tammann präsentierte seine Vorlesungen und Vorträge stets mit überaus großer Begeisterung. Die Popularisierung seiner Wissenschaft war ihm ein Herzensanliegen. Neben der Astronomie galt seine Leidenschaft der Genealogie, der Ordenskunde und dem Bridge-Spiel. Seine den Menschen zugewandte, bescheidene, höfliche, humorvolle und vornehme Art wird allen, die ihn kannten, in besonderer Erinnerung bleiben. Ein beeindruckender Mensch und bedeutender Wissenschaftler hat die Weltbühne verlassen.

Martin Federspiel



HFSIG

Der Astrophysiker Gustav Andreas Tammann war von 1977 bis 2002 Ordinarius und Direktor des Astronomischen Instituts an der Universität Basel.



Vor 50 Jahren

Bemannter Flug zum Mond: APOLLO 8

»Nach ... Apollo 7 (11. bis 22. Oktober 1968), der ersten bemannten Erprobung der Apollokapsel, ... hatte sich die NASA ... endgültig entschlossen, Apollo 8 Ende Dezember

durchzuführen. ... Der Beginn des Unternehmens wurde auf den 21. Dezember, 7.51 Uhr Ortszeit festgesetzt. ... Genau zum geplanten Zeitpunkt erfolgte [der Start] der mächtigen, 111 m hohen, dreistufigen Trägerrakete Saturn V mit den ... drei Astronauten Frank Borman, James Lovell und William Anders. ... Die Wiederezündung des hochenergetischen J-2-Triebwerkes [der dritten Stufe der Saturn V] beschleunigte [schließlich] das Raumschiff auf ... 38 900 km/h: der 66stündige Flug zum Mond hatte begonnen. ... Ein äußerst kritisches Moment war die Zündung des Triebwerkes der Antriebseinheit zum Zwecke des Einfliegens in den Mondorbit. Sie erfolgte zu einem Zeitpunkt, ... als sich das Gerät hinter dem Mond befand. ... [Nach] insgesamt zehn Mondumrundungen ... [begann] der Rückflug zur Erde. ... Das Raumschiff mit den drei Astronauten wasserte nach 147 Stunden Flugzeit, ... 4,6 km neben dem Bergungsschiff ›Yorktown‹.«
(SuW, März 1969, S. 59)

Nicht zufällig beginnt SuW die Begleitung des Apolloprogramms mit Apollo 8. Denn damit lag das vom US-amerikanischen Präsidenten John F. Kennedy 1961 ausgegebene Ziel, »einen Menschen auf den Mond zu bringen und sicher wieder zurück zur Erde«, zum Greifen nah. Horst W. Köhler, Ingenieur und Fachautor für Raumfahrt, interessiert sich in seinem oben zitierten Beitrag hauptsächlich für den Ablauf der zahlreichen Manöver des Unternehmens, »das so perfekt wie nie zuvor ein anderes durchgeführt werden konnte«. Bereits sieben Monate später betraten Neil Armstrong und Buzz Aldrin im Rahmen der Mission Apollo 11 als erste Menschen den Mond. Nach fünf weiteren erfolgreichen Landungen und 380 Kilogramm an eingesammeltem Mondgestein wurde das Apollo-Programm 1972 beendet.

Das Nachfolgeprogramm in der bemannten Raumfahrt, die seit 2000 ständig betriebene Internationale Raumstation ISS, setzte andere Prioritäten. Obwohl immer wieder die Errichtung einer Basis auf dem Mond diskutiert oder als Ziel ausgegeben wird, wurden lediglich unbemannte Sonden zum Mond geschickt, die Rover aussetzen oder Mondproben zur Erde zurückbringen sollten: zuletzt Luna 24 (Sowjetunion 1976), Chang'e-3 (China 2013), Chang'e-4 (China, erste Landung auf der Mondrückseite am 1. Januar 2019) und Chandrayaan-2 (Indien, Start im Februar 2019 geplant).

Bei der Frage, welches Bild des Apollo-Projekts einen bleibenden Eindruck hinterlassen hat, fällt auch meine Wahl auf den als »Earthrise« bekannt gewordenen ungeplanten Schnappschuss der Apollo-8-Besatzung. Er zeigt über dem Mondhorizont die Erde und was sie ist: unser kostbarer, verletzlicher kleiner blauer Heimatplanet in den Weiten des Weltraums.

CHRISTOPH LEINERT