

NASA / ESA

Kugelsternhaufen schwindeln bei ihrem Alter

Kugelsternhaufen, die zum selben Zeitpunkt entstanden, entwickeln sich völlig unterschiedlich voneinander. Das fand jetzt eine Forschergruppe heraus, indem sie 21 dieser Sternschwärme untersuchten und feststellten, dass man ihnen ihr gemeinsames Alter heute gar nicht mehr ansieht. Dazu werteten Francesco Ferraro von der Universität Bologna und seine Koautoren

Aufnahmen des Weltraumteleskops Hubble und drei erdgebundenen Teleskopen aus. Mit Hilfe der Daten untersuchten sie die Verteilung besonders massereicher Sterne in den Haufen.

Bis auf eine Ausnahme betrogen die bekannten Alter dieser Objekte zwischen 12 und 13 Milliarden Jahren – damit sind sie fast so alt wie unser Universum. Bisher dachten

die Forscher, dass ein Indiz des Alters solcher Kugelsternhaufen die Verteilung ihrer massereichen Sterne sei. Die Erwartung war, dass diese Sterne in einem jungen Haufen willkürlich verstreut sind, sich in einem alten Haufen jedoch in dessen Zentrum konzentrieren.

Denn so wie schwere Stoffe – beispielsweise Eisen – in das Innere der Erde absinken, so wurde auch

von massereichen Sternen erwartet, dass sie sich mit der Zeit ins Innere eines Kugelsternhaufens begeben. Die systematische Auswertung der 21 Kugelsternhaufen zeigt jedoch ein anderes Verhalten: Auf manche Haufen trifft die Vorhersage zu – bei anderen wiederum finden sich trotz des hohen Alters immer noch massereiche Sterne in den äußersten Randbereichen.

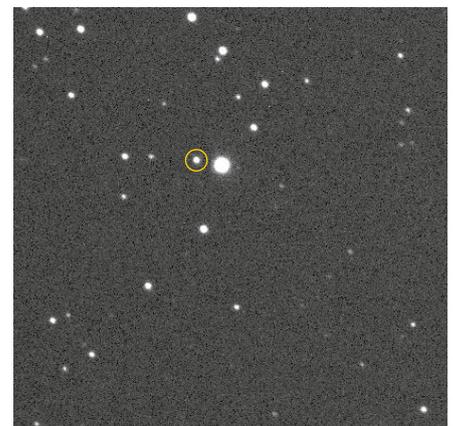
Apophis: Kein Einschlag im Jahr 2036

Der Weltuntergang ist abgesagt: Der Asteroid (99942) Apophis wird auch am 13. April 2036 nicht auf der Erde einschlagen. Dies ergaben neue Messungen mit dem Radarsystem der NASA in Goldstone, Kalifornien, bei der jüngsten Erdannäherung des kleinen Himmelskörpers Anfang 2013. Dabei rückte am 9. Januar der erdnahe Asteroid der Erde bis auf 14,5 Millionen Kilometer heran, das entspricht der rund 38-fachen Entfernung des Mondes. Mit den Radarsignalen, die von der 70-Meter-Antenne ausgesandt wurden, gelang es Forschern der NASA, die Bahn des bislang auf rund 270 Meter geschätzten Himmelskörpers noch präziser als bislang zu vermessen.

Apophis, der nach einem altägyptischen Gott der Finsternis und des Chaos benannt wurde, hatte kurz nach seiner

Entdeckung im Jahr 2004 Schlagzeilen gemacht. Damals deuteten erste, noch ungenaue Bahnbestimmungen an, dass der Asteroid bei seinem Erdvorbeiflug am 13. April 2029 mit einer Wahrscheinlichkeit von 2,7 Prozent die Erde treffen könnte.

Bald zeigten jedoch nachfolgende Untersuchungen, dass sich Apophis der Erde an diesem Datum zwar bis auf etwa 30 000 Kilometer annähern, sie aber definitiv verfehlen wird. Jedoch bestand bislang ein kleines Risiko, dass Apophis durch diesen Erdvorbeiflug durch die Schwerkraft unseres Planeten auf eine Bahn gelenkt würde, bei der er am 13. April 2036 auf Kollisionskurs mit uns käme. Vor den neuen Radarbeobachtungen stand die Chance hierfür bei etwa 1 : 250 000. Nun ist die Wahrscheinlich-



Faulkes Telescope Project / Matthias Penschin und Martin Metzendorf

Diese Aufnahme des Asteroiden Apophis (gelber Kreis) stammt vom Faulkes Telescope South am Siding-Spring-Observatorium in Australien und wurde bei der dichtesten Erdannäherung im Januar 2013 aufgenommen.

Eine Auswahl an Kugelsternhaufen unseres Milchstraßensystems zeigt die Vielfalt dieser Sternansammlungen. In einigen von ihnen befinden sich Sterne des Typs »blaue Nachzügler« noch in den Außenbereichen.

Diese Haufen haben es also geschafft, die Struktur aus ihrer Jugend beizubehalten. Ein Beispiel für einen sehr alten, aber jung erscheinenden Kugelsternhaufen ist Omega Centauri am Südhimmel.

Um die Verteilung massereicher Sterne in einem Kugelsternhaufen zu untersuchen, verwendeten die Forscher einen besonderen Sterntyp: den der »Blauen Nachzügler«. Zwar sollten auch solch massereiche Objekte wie Neutronensterne oder Weiße Zwerge im Laufe der Zeit in das Innere eines Kugelsternhaufens absinken, aber wegen ihrer geringen Leuchtkraft sind diese kaum zu beobachten. Blaue Nachzügler sind jedoch helle Riesensterne, und Francesco Ferraro und sein Team studierte ihre Verteilungen stellvertretend für alle massereichen Objekte. Blaue Nachzügler entstehen beispielsweise, wenn in einem Doppelsternsystem einer der Partner ständig dem anderen Materie abzweigt, oder die beiden Sterne sogar verschmelzen. Aber auch bei der Kollision zweier Sterne kann solch ein Nachzügler entstehen.

Ferraro, F. R. et al., Nature 492, S. 393 – 395, 2012

keit auf 1 : 7 200 000 gesunken. Mindestens bis zum Jahr 2105, soweit reichen die Berechnungen der NASA, stellt Apophis keine Gefahr mehr für die Erde dar.

Auch mit dem europäischen Weltraumteleskop Herschel wurde Apophis bei seinem Erdvorbeiflug beobachtet und es liegen erste Auswertungen der Messdaten vor. Sie zeigen, dass der Asteroid rund 20 Prozent größer ist als bislang angenommen und somit einen mittleren Durchmesser von 325 Metern aufweist. Dadurch steigen sein Volumen und seine Masse um rund 75 Prozent gegenüber den vorherigen ungenaueren Messungen an. Dies gilt aber nur für einen annähernd kugelförmigen Himmelskörper, während Apophis mit hoher Wahrscheinlichkeit sehr unregelmäßig geformt ist.

NASA-JPL, 10. Januar 2013



ESO / B. Tafreshi

Einige der Zwölf-Meter-Antennen von ALMA auf dem Chajnantor-Plateau in Chile wurden hier bei Nacht aufgenommen. Das grüne Leuchten stammt von Lampen auf benachbarten Antennen.

ALMA schärft seinen Blick

W I S wissenschaft in die schulen!

Das »Atacama Large Millimeter/submillimeter Array« (ALMA) ist zu Jahresbeginn in eine neue Betriebsphase eingetreten, die als »Early Science Cycle 1« bezeichnet wird. Derzeit ist ALMA noch im Aufbau, und bislang ließen sich von den 66 in 5000 Meter Höhe auf dem Chajnantor-Plateau errichteten Antennen in der ersten Testphase, die im Jahr 2011 begann, erst 16 nutzen. Die Antennen gehen nun eine nach der anderen in Betrieb. Am 13. März 2013 wird ALMA offiziell bei einer Feier in Chile eingeweiht (siehe hierzu auch einen Beitrag im nächsten Heft).

Seit Januar 2013 werden nun 32 Antennen genutzt und bis Ende März hoffen die Betreiber von der Europäischen Südsternwarte ESO bis zu 50 Antennen einsetzen zu können. Gegen Ende des Jahres soll ALMA den Vollbetrieb aufnehmen. Dann sind 50 Zwölf-Meter-Antennen, zwölf Sieben-Meter- und vier weitere Zwölf-Meter-Antennen im Einsatz. ALMA beobachtet die unterschiedlichsten Objekte im Spektralbereich der Millimeter- und Submillimeterwellen, darunter sind Galaxien und ihre Zentralregionen, Sternentstehungsgebiete, Staubscheiben um junge Sterne und vieles mehr (siehe SuW 5/2008, S. 28).

Während der derzeitigen Betriebsphase verwendet ALMA 32 Zwölf-Meter-Antennen, die in einem Feld mit einem Kilometer Durchmesser verteilt sind. Durch die Verdopplung der Antennenzahl gegenüber der ersten Testphase steigen sowohl die Empfindlichkeit als auch die Bildschärfe gegenüber den bislang möglichen Beobachtungen. Zudem ist nun der Großrechner des Observatoriums, der ALMA-Korrelator, voll einsatzbereit und kann die Daten aller Antennen direkt verarbeiten.

Für die neue Messphase hatten Astronomen weltweit 1100 Beobachtungsvorschläge eingereicht, von denen 196 als besonders hochrangig angenommen wurden. Insgesamt dürften in der bis Oktober 2013 dauernden Messphase rund 1600 Stunden Beobachtungszeit zusammen kommen.

ESO, 8. Januar 2013

Opportunity beginnt zehntes Jahr auf dem Mars

Am 25. Januar 2013 jährte sich zum neunten Mal die Landung des US-Marsrovers Opportunity auf dem Roten Planeten. Ursprünglich auf eine Missionsdauer von 90 Tagen ausgelegt, hat der Rover sein Soll um mehr als das 36-Fache übertroffen.

China plant großes Raumstationsmodul

Nach dem erfolgreichen Betrieb des Testmoduls Tiangong-1 plant die Volksrepublik China als nächsten Schritt in naher Zukunft den Start einer Raumstation vergleichbar mit den früheren sowjetischen Saljut-Stationen.

Weltraumteleskop Hubble soll noch bis 2019 forschen

Die US-Raumfahrtbehörde NASA hofft, das Weltraumteleskop Hubble noch bis zum Jahr 2019 in Betrieb halten zu können, falls es zu keinen größeren technischen Pannen kommt. Dann ließe sich Hubble parallel zu seinem Nachfolger JWST betreiben, der 2018 starten soll.

Eine komplexe Stoßfront um Beteigeuze

Das europäische Weltraumteleskop Herschel lieferte Infrarotbilder des Roten Riesen, die eine Stoßfront aus mehreren Schichten zeigen. Sie wurde durch einen Materieauswurf des Sterns verursacht.

Die NASA beteiligt sich am Weltraumteleskop Euclid

Die Europäische Weltraumbehörde ESA erhält bei ihrer Mission Euclid zur Erkundung der Dunklen Materie und der Dunklen Energie Unterstützung durch ihr US-amerikanisches Pendant. Unter anderem wird die NASA 16 spezielle Infrarotsensoren für eines der beiden Messinstrumente an Bord liefern und die Datenauswertung mit finanzieren.

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

Wie viele Sterne haben Planeten?

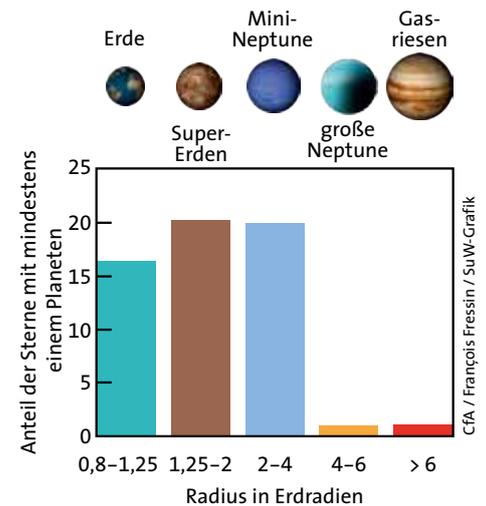
W I S wissenschaft in die schulen!

Das Weltraumteleskop Kepler ist einer der fleißigsten Jäger für Exoplaneten: Derzeit steht die Zählung der von ihm aufgespürten Sternbegleiter bei 2740 Kandidaten. Bislang gelang es durch nachfolgende Untersuchungen 105 davon als echte Exoplaneten zu bestätigen. Mit welcher Zuverlässigkeit lässt sich aber aus den Planetenkandidaten auf die Existenz ferner Welten schließen?

Kepler beobachtet die Helligkeit von rund 150 000 Sternen in der Nähe des Sternbilds Schwan. Zieht ein Planet vor seinem Zentralgestirn vorbei, so dunkelt er dieses ein wenig ab. Diese Helligkeitsschwankungen registriert Kepler. Eine periodische Leuchtkraftverminderung wird bei der Auswertung der Daten per Computer als Planetenkandidat interpretiert. Solche periodischen Helligkeitsveränderungen werden aber nicht nur von Planeten erzeugt, sondern beispielsweise auch von Doppelsternen, die Kepler nicht auflösen konnte. Damit ein Planetenkandidat bestätigt wird, müssen die Astronomen ergänzende astronomische Beobachtungen durchführen. Erst wenn es gelingt, alle anderen physikalischen Mechanismen, die zu einer periodischen Helligkeitsveränderung eines Sterns führen können, auszuschließen, gilt ein Planetenkandidat als verifiziert. Diese zusätzlichen Beobachtungen sind jedoch sehr zeitaufwändig und somit nicht für alle Kandidaten möglich. Astronomen stehen deswegen vor der Notwendigkeit, bereits anhand der Planetenkandidaten statistische Aussagen über die Existenz von Exoplaneten treffen zu müssen.

Zu diesem Zweck errechneten François Fressin vom Havard-Smithsonian Center for Astrophysics und sein Team, wie viele der von Kepler gefundenen Planetenkandidaten sich wohl als Täuschung erweisen werden. Dazu simulierten sie die verschiedenen Szenarien, die einen Planeten vorgaukeln können, und testeten, ob diese durch die Auswerteprogramme als Planetenkandidat interpretiert würden. Sie fanden dabei, dass sich hinter ungefähr neun Prozent aller von Kepler registrierten Planetenkandidaten keine echten Planeten verbergen. Bei erdgroßen Planetenkandidaten würden sich sogar zwölf Prozent als Fehlalarm entpuppen.

Doch um statistische Aussagen über die Häufigkeit von Exoplaneten treffen zu



Die Häufigkeit der Planeten, die Sterne im Sichtfeld des Kepler-Weltraumobservatoriums in weniger als 85 Tagen umrunden, lässt sich statistisch vorhersagen: Gut 16 Prozent aller Sterne sollen dort einen erdgroßen Planeten aufweisen, ungefähr jeder fünfte einen Planeten mit einem Radius zwischen dem 1,25-fachen und dem doppelten der Erde. Auch kleine Neptune sollen jeden fünften Stern umkreisen. Gasriesen treten jedoch nur bei etwas mehr als sechs Prozent aller Sterne auf.

können, muss auch beachtet werden, dass sich mit Kepler die meisten Exoplaneten gar nicht nachweisen lassen. Denn nur in den wenigsten Fällen liegt die Umlaufbahn eines Planeten so günstig, dass er von uns aus gesehen vor seinem Stern vorbeizieht. Diese Effekte lassen sich jedoch berechnen. So kann aus der Zahl der Sterne, die einen Transit aufweisen, auch abgeleitet werden, wie viele Sterne insgesamt Planeten mit ungünstig liegenden Bahnen besitzen.

Das Ergebnis der Forschergruppe um Fressin zeigt einmal mehr, dass unser Sonnensystem keine Sonderrolle im Universum spielt: Jeder zweite Stern hat einen Planeten, der maximal 85 Tage braucht, um ihn zu umrunden. Gut 16 Prozent aller Sterne im Sichtfeld von Kepler werden von einem erdgroßen Planeten mit dieser kurzen Umlaufdauer umkreist. Bei Planeten mit längeren Umlaufzeiten ließen sich bisher nicht genügend Transits beobachten, so dass zu diesen keine statistischen Aussagen möglich sind. Dies ist jedoch ein Problem, das sich durch fortgesetzte Beobachtungen teilweise von alleine lösen wird.

arXiv:1301.0842v1

Eine wölfische Sternentstehungsregion

Lupus 3 ist die Bezeichnung dieser kleinen Sternentstehungsregion im Sternbild Skorpion. Sie erstreckt sich über rund fünf Lichtjahre. Dieses mit dem 2,2-Meter Teleskop der MPG/ESO auf dem Berg La Silla aufgenommene Bild enthüllt bislang ungesehene Details von Lupus 3. Die Sternentstehungsregion besteht aus zwei unterschiedlichen Teilen, einer dichten Wolke aus Gas und Staub im linken Bereich des Bildes und einem offenen Sternhaufen mit zwei sehr leuchtkräftigen jungen Sternen. Benannt wurde dieses Gebiet nach dem nahegelegenen Sternbild Wolf (lateinisch: Lupus).

In den dichten Regionen der Staubwolke bilden sich derzeit neue Sterne, sie sind noch von ihren Kokons aus Gas und Staub umgeben, die im sichtbaren Licht jeden Blick auf sie verwehren. Sie werden aber in wenigen 1000 Jahren so leuchtkräftig, dass sie ihre Geburtswolke auseinanderblasen. Dies ist in der Region um die beiden hellen Sterne rechts der Bildmitte bereits geschehen. Sie sind sehr heiß und erzeugen große Mengen an energiereicher ultravioletter Strahlung. Spektrale Untersuchungen von Fernando Comerón von der Europäischen Südsternwarte ESO lassen ein Alter von weniger als einer Million Jahre vermuten. Die beiden Sterne sind noch von verdünntem Staub umgeben,



Die Sternentstehungsregion Lupus 3 befindet sich rund 600 Lichtjahre von uns entfernt im Sternbild Skorpion und erstreckt sich über rund fünf Lichtjahre.

der ihr bläuliches Licht stark streut. Bei detaillierten Untersuchungen fanden sich in Lupus 3 noch sehr viel mehr Sterne, die aber wesentlich geringere Leuchtkräfte aufweisen.

Wegen ihrer Entfernung von nur 600 Lichtjahren ist sie eine der uns am nächsten liegenden Sternentstehungsregionen und lässt sich somit gut untersuchen. Wahrscheinlich

entstand unsere Sonne mitsamt ihrem Planetensystem vor rund 4,6 Milliarden Jahren aus einer ähnlichen Gas- und Staubwolke. Das Bild von Lupus 3 ist somit auch ein indirekter Rückblick in unsere fernste Vergangenheit.

Das Bild entstand im sichtbaren Licht und wurde bei vier verschiedenen Wellenlängen durch schmalbandige Filter belichtet.

ESO, 16. Januar 2013

»Sterne und Weltraum«-Gewinnspiel

Mit etwas Glück können Sie ein Exemplar des reich illustrierten Buchs »Der Komet aus dem Cocktailglas« aus dem Hanser-Verlag gewinnen, freundlicherweise zur Verfügung gestellt von www.science-shop.de.

Senden Sie die Ziffern der Fragen und den jeweils zugehörigen Buchstaben der richtigen Lösung bis zum **15. März 2013** per E-Mail mit der Betreffzeile »Makemake« an: gewinnspiel@sterne-und-weltraum.de



Frage 1: Der Himmelskörper Makemake ist ein:

- a) Asteroid
- b) Mond
- c) Zwergplanet

Frage 2: Der Durchmesser von Makemake beträgt maximal:

- a) 1502 Kilometer
- b) 1606 Kilometer
- c) 1705 Kilometer

Frage 3: Die mittlere Dichte von Makemake beträgt

- a) 1,5 g/cm³
- b) 1,7 g/cm³
- c) 1,8 g/cm³

Teilnahmebedingungen: Alle »Sterne und Weltraum«-Leser, die bis zum 15. März 2013 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.

Toutatis unter der Lupe

Immer wieder nähern sich kleine Planetoiden der Erde bis auf wenige Millionen Kilometer und darunter an. Am 12. Dezember 2012 kam der Planetoid (4179) Toutatis der Erde bis auf

sieben Millionen Kilometer nahe (die 18-fache Distanz zwischen Erde und Mond).

Einen Tag später passierte die chinesische Raumsonde Chang'e-2 Toutatis. Dabei lichtete sie viele Bilder des

Planetoiden ab, die Details bis herab zu etwa fünf Meter Ausdehnung enthüllen.

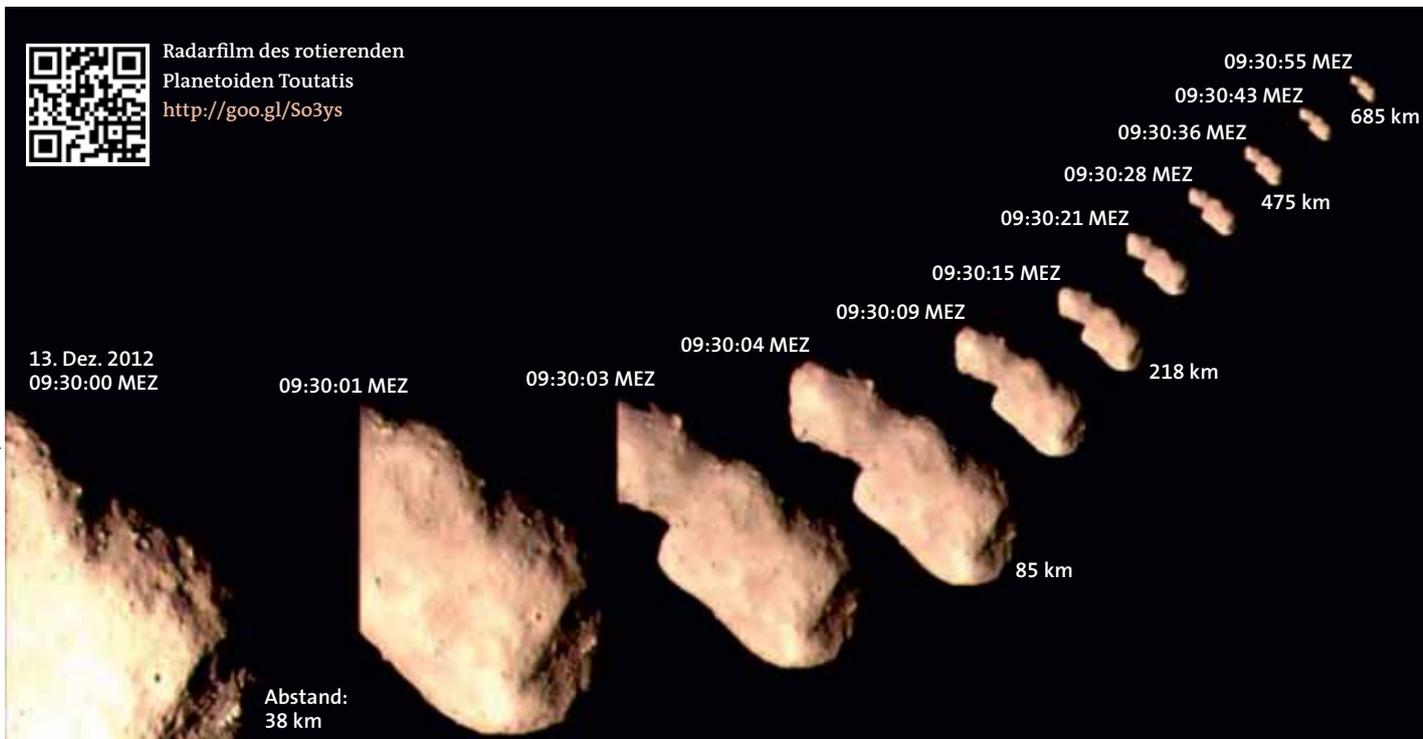
Wie nah genau die Sonde an Toutatis herankam, ist unklar, da der Minimalabstand aus dem Bildmaterial

noch errechnet werden muss. Er dürfte aber nur wenige zehn Kilometer betragen. Die Passage erfolgte mit einer Geschwindigkeit von 10,7 Kilometern pro Sekunde relativ zum Planetoiden. Die Bilder



Radarfilm des rotierenden Planetoiden Toutatis
<http://goo.gl/So3ys>

Chinesische Akademie der Wissenschaften, Januar 2013



Das wilde Wetter auf einem Braunen Zwerg

Extreme Bedingungen herrschen in der Atmosphäre des Braunen Zwergs 2MASS J22282889-431026, denn hier wirbeln Wolken aus Silikatpartikeln und geschmolzenem Eisen um den Himmelskörper. Manche dieser Wolken können etwa die Größe unserer Erde erreichen, so die Ergebnisse einer Forschergruppe um Esther Buenzli an der University of Arizona.

Sie untersuchten das kurz auch als 2M 2228 bezeichnete Objekt gleichzeitig mit den Weltraumteleskopen Hubble und Spitzer im nahen Infraroten. Die Astronomen konnten zeigen, dass der Braune Zwerg einmal in 90 Minuten um seine Achse rotiert und beobachteten dabei periodische Schwankungen seiner Helligkeit. Letztere variierten je nach Wellenlänge zwischen 1,5 und 5,3 Prozent der Grundhelligkeit. Dabei treten diese periodischen Veränderungen nicht gleichzeitig bei allen untersuchten Wellenlängen auf, sondern teilweise sogar gegenläufig.

Diese zeitlichen Abweichungen wurden auf unterschiedliche Schichten oder Flecken in der Atmosphäre des Braunen Zwergs zurückgeführt, die von gewaltigen Stürmen verursacht werden. Aus der Nähe betrachtet könnte 2M 2228 wie eine rotglühende Variante von Jupiter erscheinen, mit Wolkenbändern und Sturm-

wirbeln ähnlich dem Großen Roten Fleck. Die Untersuchungen erfolgten bei verschiedenen infraroten Wellenlängen und blickten unterschiedlich tief in die Atmosphäre von 2M 2228 hinein.

Der Braune Zwerg ist an der Oberfläche etwa 600 bis 700 Grad Celsius heiß, in seinem Inneren liegen die Temperaturen noch wesentlich höher. 2M 2228 ist ein Brauner Zwerg des Spektraltyps T, die in ihren Spektren unter anderem Absorptionsbanden von Methan und Wasserdampf zeigen. Braune Zwerg werden mitunter auch als »Versagersterne« bezeichnet, da ihre Masse zu gering ist, um in ihrem Inneren Wasserstoff zu Helium zu verschmelzen. Somit fehlt ihnen die Energiequelle, welche die meisten Sterne leuchten lässt, und sie glimmen daher nur in einem schwachen rötlichen Licht.

Buenzli, E. et al., *Astrophysical Research Letters* 760, L31, 2012

Die Lichtkurven des Braunen Zwergs 2M2228, aufgenommen mit den Weltraumteleskopen Hubble (oben) und Spitzer (unten), zeigen periodische Helligkeitsschwankungen, die durch die Rotation des Himmelskörpers und Wolken verursacht werden.



Die Grenzen der Weltraumfahrt

»Immer wieder liest man von den schier utopischen Aussichten der Weltraumfahrt, von Fahrten zu anderen Planetensystemen oder gar von Reisen zu fernen extragalaktischen Sternsystemen. Uns liegt daran, an

Hand von exakten, physikalischen Überlegungen die tatsächlichen Grenzen und Möglichkeiten der Weltraumfahrt aufzuzeigen ... Da wir nicht wissen, wie weit sich unser technisches Können noch entwickeln wird, gehen wir von allgemeinen physikalischen Gesetzen aus ... Die äußerste Grenze ist durch restlose Zerstrahlung [von Materie] gegeben ... Dann muss aber das Verhältnis von Leistung (des Antriebes) zu Masse (der gesamten Rakete) den ganz extrem hohen Wert $P = 3 \text{ MW/g}$ besitzen ... Ob [dies] sich je wird erfüllen lassen, möge der Phantasie des Lesers überlassen bleiben.«
(SuW, März 1963, S. 56)

Dieser Bericht des Heidelberger Astronomen Sebastian von Hoerner fiel in eine Zeit des Aufbruchs für die bemannte Raumfahrt: Der russische Kosmonaut Juri Gagarin hatte am 12. April 1961 als erster Mensch die Erde im Raumfahrzeug umrundet, der US-Präsident John F. Kennedy verkündete einen Monat danach das Ziel, noch vor Ende des Jahrzehnts einen Menschen auf den Mond zu bringen.

Damit erhielten Spekulationen über einen Flug zu den Sternen neue Impulse. Raumsonden wie Voyager 1, die das Sonnensystem mit 17 Kilometer pro Sekunde verlässt, bräuchten 75 000 Jahre, um allein die 4,3 Lichtjahre zu unserem Nachbarstern Alpha Centauri zurückzulegen. Astronauten sollten aber von ihrer Weltraumfahrt innerhalb eines Menschenlebens wieder zur Erde zurückkehren können. Dies ist in der bis heute beliebten Fernsehserie »Star Trek« leicht möglich, da dort ein »Warp«-Antrieb Überlichtgeschwindigkeit erlaubt. Tatsächlich wäre gut ein Zehntel der Lichtgeschwindigkeit nötig, um schon nach 80 Jahren von einem Rundflug zu Alpha Centauri zurückzukehren. Kernkraft könnte das theoretisch gerade leisten, aber unter welchen Bedingungen! Eine Tonne Uran würde bei perfekter Ausnutzung der in ihr steckenden Energie zwar eine Raumkapsel von 110 Kilogramm einmalig auf eine solche Geschwindigkeit beschleunigen, aber nur, wenn das dazu erforderliche Kernkraftwerk so gut wie kein zusätzliches Gewicht auf die Waage brächte. Weitere Manöver, wie notwendige Abbremsungen oder Neustarts, würden diese Bedingungen ins Gewaltige potenzieren.

Fortschritte in Richtung interstellarer Raumfahrt könnten sich auch für interplanetare Flüge, für militärische Zwecke oder zur Abwehr eines bedrohlich heranrasenden Asteroiden nutzen lassen. So wurden seit Beginn der Raumfahrt Studien mit Namen wie »Orion«, »Icarus«, »100-year Starship« durchgeführt oder begonnen. An den vor 50 Jahren in SuW aufgezeigten Grenzen hat sich jedoch nichts geändert. Der Flug zu den Sternen bleibt, was er war: Sciencefiction.

CHRISTOPH LEINERT

zeigen einen länglichen Himmelskörper mit einer relativ glatten Oberfläche und nur wenigen Einschlagkratern. An einigen Stellen lassen sich größere Felsblöcke erkennen, die auf dem Himmelskörper verstreut liegen. Toutatis wurde erstmals im Jahr 1934 gesichtet, ging aber verloren und wurde erst im Jahr 1989 von Christian Pollas in Frankreich wieder entdeckt.

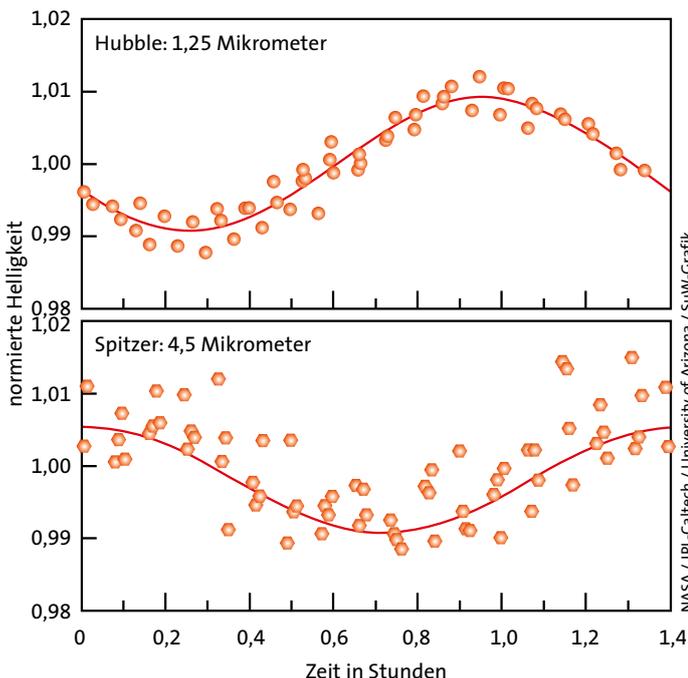
Chang'e-2 setzte beim Vorbeiflug nicht ihre Hauptkamera zur Fotografie des Planetoiden ein. Stattdessen kam eine webcam-ähnliche »Engineering Camera« zum Einsatz, die eigentlich nur

Diese Bilder des 4,5 Kilometer langen Kleinplaneten Toutatis lichtete die Raumsonde Chang'e-2 beim Vorbeiflug am 13. Dezember 2012 ab. Die Bilder wurden mit einer webcam-ähnlichen Kamera aufgezeichnet (siehe auch S. 100).

dazu gedacht war, kurz nach dem Start das Ausfahren der Solarzellenausleger der Sonde zu beobachten. Die Hauptkamera war zum Abtasten der Mondoberfläche aus einer niedrigen Umlaufbahn ausgelegt und eignete sich nicht dazu, ein schnell bewegtes Objekt zu verfolgen. Die »Engineering Camera« dagegen konnte viele Einzelbilder in rascher Folge aufnehmen.

Chang'e-2 war ursprünglich eine Mondsonde und hatte den Erdtrabanten von Oktober 2010 bis Juni 2011 umrundet, verließ dann den Mond und flog zum Lagrangepunkt L2. Dieser befindet sich rund 1,5 Millionen Kilometer hinter der Erde von der Sonne aus gesehen. Dort verblieb Chang'e-2 für rund zehn Monate, bis sie im April 2012 auf einen langsamen Kurs in Richtung Toutatis geschickt wurde.

NASA SBAG, Januar 2013



NASA / JPL-Caltech / University of Arizona / SuW-Grafik



Empfehlungen

■ Omegon Okularkoffer

OMEGON PRÄSENTIERT VIER NEUE OKULAR- UND ZUBEHÖRKOFFER.

Neben einem Standard-Okularkoffer mit den bewährten Omegon Super Plossl Okularen gibt es jetzt drei verschiedene Okularkoffer in Abhängigkeit zur Brennweite des Teleskops. Wir glauben, so eine wirklich sinnvolle Ergänzung für Jeden liefern zu können, der seine Standard-Okulare erweitern oder austauschen will. Die drei Brennweiten-Sets sind in den Varianten bis 1200mm, von 1200mm bis 1800mm und ab 1800mm Brennweite erhältlich.



🔍 Artikel-Nr.: 23606-23609, 23754

Preis: ab 189,-



Sie können online auch direkt auf Produkte zugreifen, indem Sie die Artikel-Nr. ins Suchfeld eingeben.

■ Omegon Okular-|Zubehörkoffer

Mit Okularen, Barlowlinse und Filtern bietet Ihnen der Omegon Okular- und Zubehörkoffer bereits ein reichhaltiges Zubehör-Sortiment.

»Haben Sie ein kleineres Teleskop?«

Dann ist dieser Koffer für den Einstieg genau richtig. Drei Plossl Okulare mit 32/ 12,5 und 6,3mm bieten Ihnen eine kleine, mittlere und höhere Vergrößerung. Neben einem Mondfilter finden Sie auch Farbfilter für die Planetenbeobachtung in diesem Koffer.



🔍 Artikel-Nr.: 8353

Preis: 149,-

■ AstroDreamTech Morning Calm

PRÄZISE, STABIL UND TRANSPORTABEL

Die neuen Morning Calm Montierungen von AstroDreamTech sind das passende Equipment für Amateurastronomen und Privat- und Volksternwarten. Eine hohe Laufgenauigkeit und präzise mechanische Verarbeitung zeichnen diese Serie aus. Die vier verschiedenen Modelle GE200, GE300, GE500, GE700 besitzen jeweils eine fotografische Traglast von max. 30, 50, 70 oder 100 kg.

Der HUBO-i Handcontroller bietet Ihnen ein adaptiertes GoTo-System, für dessen Eichtung ein Multistar-Alignment verwendet wird. Ein Anschluss an den PC ist über einen USB-Anschluss möglich.

Alle Vorteile auf einen Blick:

- neue stabile Montierungen aus Südkorea
- GE500 und GE700 sind teilbar
- präzise mechanische Fertigung
- geeignet für hohe astrofotografische Ansprüche
- HUBO-i Goto System mit Servomotoren bereits enthalten
- USB-Anschluss und ST-4 Autoguider Schnittstelle



	Artikel-Nr.	Preis
200GE	24716	4.550,-
300GE	24717	6.650,-
500GE	24718	9.300,-
700GE	24719	13.700,-

Sonderangebot

⚡ Steiner Observer 25x80

Aufgrund der großen Öffnung eignet sich das Fernglas nicht nur für die Naturbeobachtung bei Tag, sondern auch als Dämmerungsglas bei schwierigen Lichtverhältnissen und für die Astronomie.

Die 25-fache Vergrößerung lässt bereits einzelne Details in großflächigen Nebeln oder Galaxien erkennen.



🔍 Artikel-Nr.: 16354

Preis: 1.079,- statt 1.199,-

Sonderangebot

EXKLUSIV

⚡ Starke Preissenkung bei Meade

Meade 8" | 10" SC:

Dieses Teleskop ist ein klassisches Schmidt-Cassegrain in bewährter Meade Qualität. Trotz der langen Brennweite besitzt der Tubus eine sehr kurze Bauweise, welche das System zu einem kompakten Fernrohr macht, das sich durch extrem leichte Transporteigenschaften auszeichnet.

Die Optik bietet eine sehr gute Abbildung, Kontrast und Schärfe überzeugen und bieten großen Spaß bei der Planetenbeobachtung. Das Schmidt-Cassegrain System ist ein gutes Allroundgerät für Beobachtung und Fotografie mit einem riesigen optionalen Zubehörsortiment. Durch den Einblick am unteren Tubusende wird eine einfache Orientierung ermöglicht.

Montierung LX90:

Jetzt ist die Beobachtung des gestirnten Himmels noch einfacher, diese Montierung erfordert keinerlei Himmelskenntnisse. Einfach aufbauen und loslegen.

Alles was Sie noch tun müssen, ist einen vorgeschlagenen und orpositionierten Referenzstern zu bestätigen.

Die Montierung arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie die großen Profisternwarten und enthält bereits die Positionierungsdaten von über 30.000 Himmelsobjekten in der mitgelieferten AutoStar Handbox: 13.235 Deep-Sky-Objekte, die kompletten Messier, Caldwell, IC und NGC Kataloge, 16.888 Sterne sortiert nach Namen und SAO Nummer, 8 Planeten, Mead, 26 Asteroiden, 15 Kometen und 50 Erdsatelliten. Zusätzlich können 200 Ziele frei programmiert werden.

Alle diese Objekte werden schnell, punktgenau, leise und zuverlässig angefahren: die GoTo Funktion arbeitet mit 9 verschiedenen, frei programmierbaren Positioniergeschwindigkeiten: 6,5"/s, 3"/s, 1,5"/s oder 128x, 64x, 16x, 8x, 2x und 1x Sternengeschwindigkeit.



🔍 Artikel-Nr.: 10215
Artikel-Nr.: 25150

Preis: 1.990,- statt 2.290,-
Preis: 2.890,- statt 3.390,-



Artikel-Nr.: 25453

16,99

NEU

Empfehlungen

Orion Teleskope

Als einer der größten Teleskophersteller der Welt, besitzt die amerikanische Marke Orion eines der größten Sortimente an Teleskopen und Zubehör für die Astronomie. Momentan haben wir viele Teleskope von Orion im Preis gesenkt!



Unser
Kauftipp

	Artikel-Nr.	Preis
¹	100/400 SkyScanner 23287	119,- statt 150,-
²	114/450 StarBlast 6195	199,- statt 232,-
³	203/1200 SkyQuest 13770	379,- statt 403,-
⁴	254/1200 IntelliScope 13852	690,- statt 833,-
⁵	254/1200 SkyQuest GoTo 20127	1.050,- statt 1.282,-
⁶	305/1500 SkyQuest GoTo 22786	1.650,- statt 2.245,-

Unser Service für Sie



- Persönliche Beratung von Experten
- Gute Lieferbarkeit dank großem Lager
- Echte Markenunabhängigkeit
- Versandkosten ab 4,90 €
- Komfortabler Online-Shop
- Garantierte 24h-Lieferung optional
- Teleskop-Ausstellung in Landsberg
- Betreuung auch nach dem Kauf



ACHIM MROS



ALEXANDER OLBRICH



BERND GÄHRKEN



MICHAEL SUCHODOLSKI



www.igbt.univ

www.Astroshop.de

Persönliche Beratung

@ Service@Astroshop.de

+49 8191 94049-1

+49 8191 94049-9

Astroshop.de
c/o nimax GmbH
Otto-Lilienthal-Str. 9
86899 Landsberg am Lech
Direkt an der A96 und B17,
ca. 30min von Augsburg
und München.

Damit wir uns genug Zeit für Sie nehmen
können, rufen Sie bitte immer vor Ihrem
Besuch bei uns an und vereinbaren einen
Termin. >>>Danke<<<

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