

Auf der Suche nach Exomonden

Nachdem mittlerweile 344 Planeten im Umlauf um 291 verschiedene Sterne bekannt sind, möchte ein britischer Wissenschaftler einen Schritt weiter gehen und nach Monden solcher Exoplaneten Ausschau halten. David Kipping vom University College London sucht dabei nach Begleitern von der Größe und Masse der Erde.

Von den 344 Exoplaneten ziehen mehr als 50 von uns aus gesehen immer wieder vor der Scheibe ihres Sterns vorüber. Kipping möchte nun einige dieser Transits mit hoher zeitlicher Auflösung beobachten, um festzustellen, ob sich bei ihren Vorübergän-

gen kleine zeitliche Variationen zeigen. Diese könnten auf Begleiter des Exoplaneten hinweisen.

Kipping geht davon aus, dass sich mit der derzeit zur Verfügung stehenden Detektortechnik ein Exomond von der Masse der Erde im Umlauf um einen Exoplaneten von Neptunmasse nachweisen lassen müsste. Allerdings umkreisen die meisten Transitplaneten ihren Mutterstern in großer Nähe, so dass die Planeten wegen der dort starken Gezeitenkräfte einen Mond wohl kaum auf Dauer festhalten könnten.

Kipping möchte vor allem Exomonde von der Masse der



ESA

Zwei Exomonde umkreisen ihren fernen Mutterplaneten (Gemälde).

Erde finden, die zusammen mit ihrem Planeten ihren Stern in der habitablen Zone umrunden. Diese Monde könnten Atmosphären und flüssiges Wasser aufweisen, so dass sich dort auch Leben entwickeln könnte. Bei den

meisten bislang entdeckten Exoplaneten handelt es sich um Gasriesen ähnlich dem Jupiter in unserem Sonnensystem. Sie besitzen keine feste Oberfläche und können daher Leben, wie wir es kennen, nicht hervorbringen.



JAXA/NHK

Japanische Mondsonde Kaguya fotografiert partielle Sonnenfinsternis

Mondfinsternisse erscheinen von der Mondoberfläche aus als Sonnenfinsternisse, wobei sich statt des Erdtrabanten die Erde vor die Sonne schiebt. Befindet sich dabei der Mond im Schattenkegel unseres Planeten, so kommt es zu einer totalen Mondfinsternis. Dann leuchtet der Erdtrabant meistens in einem dunkelroten Licht. Es stammt vom in der Erdatmosphäre gebrochenen Sonnenlicht, dabei wird bevorzugt das langwellige rote Licht zum Mond gelenkt.

Verfehlt der Mond den Erdschatten dagegen knapp, aber die Erde bedeckt von ihm aus gesehen die Sonne teilweise, so tritt eine Halbschattenfinsternis ein. Am 9. Februar 2009 war es wieder einmal so weit: Von Mitteleuropa aus unbeobachtbar trat der Mond in den Halbschatten des Blauen Planeten ein. Diese Gelegen-

heit nutzten die Missionskontrolleure der japanischen Raumfahrtbehörde JAXA, ihre Mondsonde Kaguya auf die Erde zu richten, um zu dokumentieren, wie die Sonne fast ganz hinter der Erdscheibe verschwindet (Bildserie oben).

Der schmale Kreis um die Nachtseite der Erde bildet sich durch das in der Erdatmosphäre gebrochene Sonnenlicht. Vom Mond aus erscheint die Erde mit einem vierfach größeren scheinbaren Durchmesser als die Sonnenscheibe, so dass partielle Sonnenfinsternisse auf dem Mond ganz anders wirken als auf der Erde. Das Bild ist eine Sequenz der aus Sicht von Kaguya am Mondnordpol aufgehenden Erde, ein Teil von ihr ist vom schwarzen Mondhorizont verdeckt. Erst auf dem ganz rechten Bild bricht schließlich auch die teilweise verfinsterte Sonne hinter dem Mondhorizont hervor.



wissenschaft in die schulen!

Zu diesem Beitrag stehen Ihnen didaktische Materialien auf unserer Internetseite www.wissenschaft-schulen.de zur freien Verfügung. Sie verdeutlichen die Größenverhältnisse und die Bewegungen der Planeten im Sonnensystem. Das Projekt »Wissenschaft in die Schulen!« führen wir in enger Zusammenarbeit mit der Landesakademie für Lehrerbildung in Bad Wildbad durch. Es wird von der Klaus Tschira Stiftung gGmbH großzügig unterstützt.

Hat COROT die erste »Super-Erde« gefunden?

Mit dem Forschungssatelliten COROT (Convection, Rotation and Planetary Transits) gelang der Nachweis des ersten Gesteinsplaneten. Er zieht von uns aus gesehen je einmal pro Umlauf vor seinem Mutterstern vorüber, vollführt also einen Transit vor der Sternscheibe. Dabei wird das Licht des Sterns periodisch um einen geringen Betrag abgeschattet. Der Transitplanet COROT-Exo-7b umkreist seinen Mutterstern in einem Abstand von 0,017 Astronomischen Einheiten (2,5 Millionen Kilometer) innerhalb von 20 Stunden.

Sein Durchmesser beträgt rund 20000 Kilometer, etwas weniger als der zweifache Durchmesser der Erde (12756 Kilometer). Seine Masse ist noch nicht genau bestimmt, sie kann maximal das Elfache der Erdmasse betragen. Daher lassen sich noch keine Angaben über die mittlere Dichte des Exoplaneten machen.

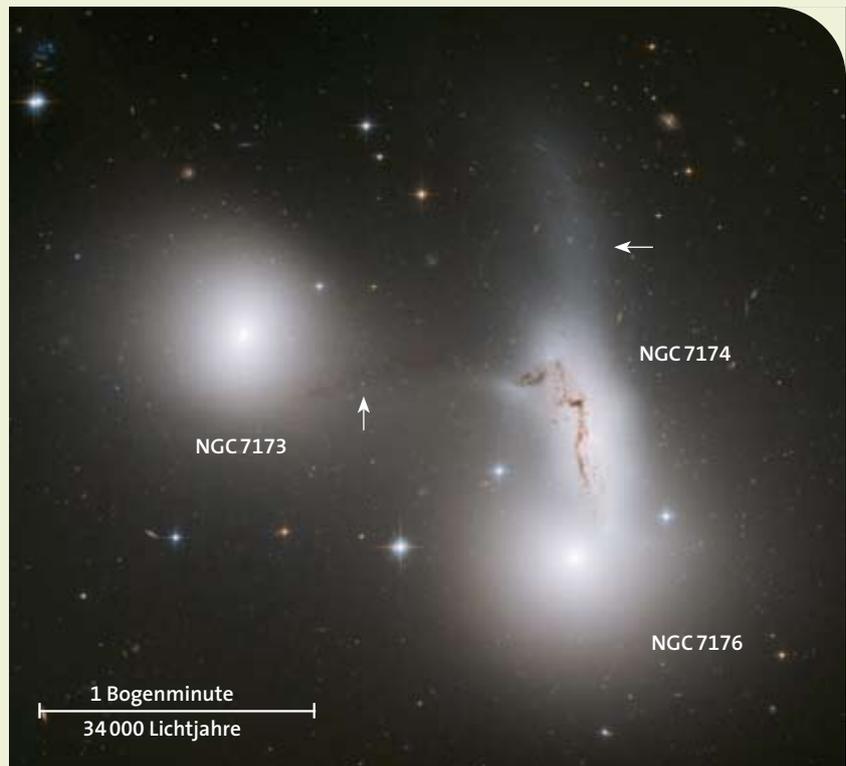
Die Forscher um Daniel Rouan am Observatoire de Paris vermuten, dass es sich bei COROT-Exo-7b um einen Gesteinsplaneten mit fester Oberfläche handelt, allerdings liegt seine Oberflächentemperatur aufgrund der extremen Nähe zu seinem Stern zwischen 1000 und 1500 Grad Celsius. Besteht er wie die Erde überwiegend aus silikatischen Gesteinen und metallischem Nichteisen, dann sollte seine Oberfläche von flüssiger Lava bedeckt sein.

Eine andere Möglichkeit wäre, dass COROT-Exo-7b einen festen Gesteinskern aufweist, aber von einer dichten Atmosphäre umgeben ist, die überwiegend aus Wasserdampf besteht. Unterhalb der Atmosphäre könnte sich dann bei dem dort herrschenden hohen Druck ein extrem heißer Wasserozean befinden.



Klaudia Einhorn / DLR

Winzig erscheint vor seinem Stern der Exoplanet COROT-Exo-7b (Gemälde).



NASA / ESA / R. Sharples (University of Durham)

Diese drei Welteninseln werden sich in einigen 100 Millionen Jahren zu einer einzigen großen elliptischen Galaxie vereinigen. Die Pfeile zeigen Gezeitenschweife an.

Verschmelzende Galaxien im Südlichen Fisch

Aus drei Galaxien macht eine: Die Sternsysteme NGC 7173, NGC 7174 und NGC 7176 sind dabei, zu einer einzigen großen elliptischen Galaxie zu verschmelzen. Alle drei stehen miteinander in gravitativer Wechselwirkung und werden durch Gezeitenkräfte verformt.

Besonders schlimm traf es dabei die Spiralgalaxie NGC 7174. Ihre Scheibe mit eingelagerten Staubwolken ist stark verbogen und zwei annähernd im rechten Winkel zueinander stehende Gezeitenschweife (Pfeile) gehen von ihr aus. Die dabei aus der Galaxie hinausgeschleuderten Sterne entweichen auf lange Sicht entweder in den intergalaktischen Raum oder werden von der sich bildenden Riesengalaxie wieder vereinnahmt.

Schaut man bei NGC 7174 genau hin, so lassen sich in der Nähe der Staubwolken kleine bläuliche Gebiete erkennen. Dies sind so genannte Starburst-Regionen, in denen sich Tausende massereicher Sterne praktisch gleichzeitig gebildet haben. Die durch die Nachbargalaxien erzeugten Gezeitenkräfte regten die Gas- und Staubwolken in NGC 7174 zur Kontraktion an und lösten somit die intensive Sternbildung aus. Den massereichsten unter den neu gebildeten Sternen ist nur eine kurze Existenz beschieden, bevor sie nach wenigen Millionen Jahren in gewaltigen Supernova-Explosionen vergehen. Ihre Anwesenheit in einem Sternhaufen verrät daher immer dessen geringes Alter.

Die beiden anderen Galaxien enthalten kaum noch Gas- und Staubansammlungen, so dass sich in ihnen praktisch keine neuen Sterne mehr bilden können. Sie bestehen fast ausschließlich aus langlebigen massearmen Sternen.

Die drei Galaxien bilden die Kompakte Hickson-Gruppe 90 (HCG 90), benannt nach dem Astronomen Paul Hickson, der in den 1980er Jahren einen Katalog kleiner und enger Galaxiengruppen erstellte. Die drei Galaxien sind 106 Millionen Lichtjahre von uns entfernt und erstrecken sich zusammen über rund 120000 Lichtjahre.

Eta Carinae durchläuft Minimum

Für Januar 2009 war für den mutmaßlichen Doppelstern Eta Carinae ein Helligkeitsminimum vorhergesagt worden. Ein Forscherteam um Eduardo Fernández Lajús vom Astronomischen Observatorium von La Plata, Argentinien, konnte tatsächlich eine Helligkeitsabschwächung von 0,2 mag im sichtbaren und infraroten Licht beobachten.

Weltraumteleskop Kepler im All

Am 7. März 2009 gelang der Start des NASA-Forschungssatelliten Kepler. Er soll im Sternbild Schwan nach Exoplaneten mit Durchmessern bis hinunter zu Erdgröße suchen, die vor ihren Muttersternen vorüberziehen.

Eine Nova in der Großen Magellanschen Wolke

Der chilenische Astronom William Liller stieß in der Begleitgalaxie unserer Milchstraße am 5. Februar 2009 auf eine Nova, die ihre Helligkeit um vier Größenklassen steigerte. Noch fünf Tage zuvor hatte Liller an ihrer Position nichts Auffälliges bemerkt.

Komet 33P/Daniel zeigt Ausbruch

Der kurzperiodische Schweifstern steigerte Mitte Januar 2009 seine Helligkeit um drei Größenklassen auf 15 mag. Vermutlich kam es zu einer explosiven Gasfreisetzung, die große Mengen an Staub in den Weltraum schleuderte.

Neue Jupitersonden von ESA und NASA

Im Jahr 2020 sollen zwei Sonden separat zum Jupiter fliegen, um die beiden Monde Europa und Ganymed von Umlaufbahnen aus zu erforschen. Der Name des Programms lautet »Europa Jupiter System Mission«.

Weitere aktuelle Meldungen aus Astronomie und Raumfahrt finden Sie auf

www.astronomie-heute.de

Die Strukturen der Venuswolken

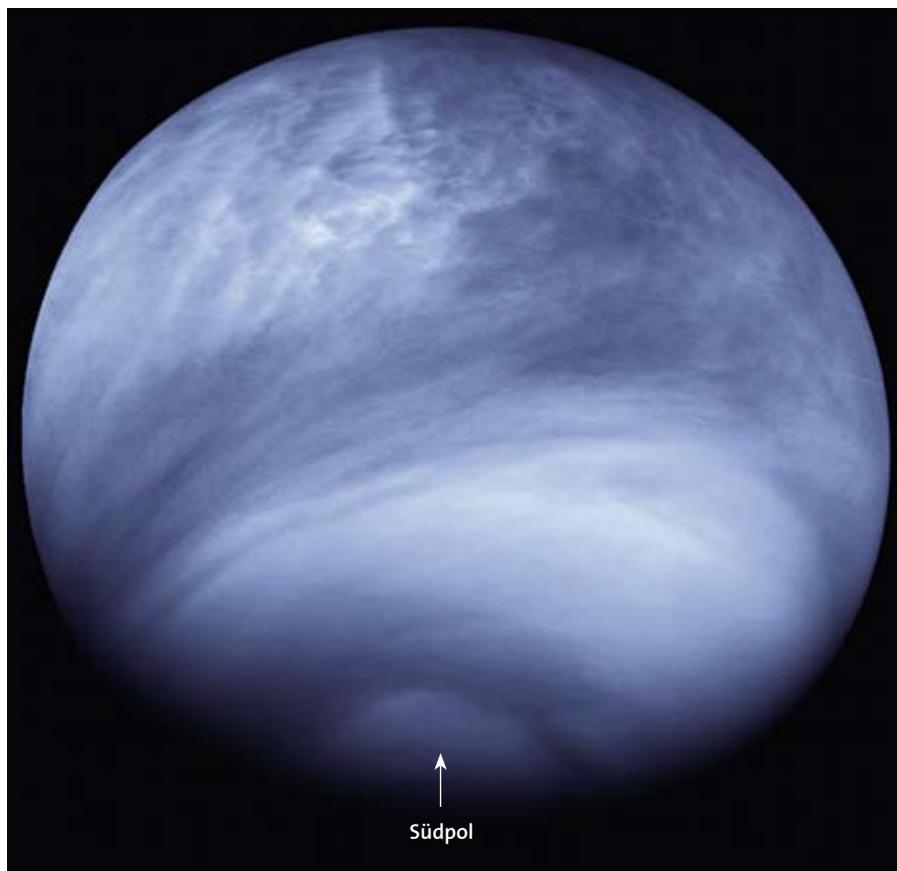
Seit die US-Raumsonde Mariner 10 auf ihrem Weg zum innersten Planeten Merkur im Jahr 1974 an der Venus vorbeiflog und dabei erste Ultraviolettbilder der permanenten Wolkendecke aufnahm, ist die Atmosphäre der Venus für ihr sehr dynamisches Wettergeschehen bekannt. Allerdings blieb trotz verschiedener Nachfolgemissionen unklar, welche atmosphärischen Vorgänge die Gestalt der Wolkendecke und ihrer Strömungssysteme prägen.

Ein Forscherteam um Dmitry V. Titov am Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Katlenburg-Lindau nutzte nun die Venus Monitoring Camera (VMC) und das Infrarotspektrometer VIR-TIS an Bord der europäischen Spähsonde Venus Express, die seit April 2006 die Venus umkreist. Mit den beiden Instrumenten ist es möglich, zeitgleich den Planeten im ultravioletten und im infraroten Licht aufzunehmen. Im Ultravioletten sind die Strukturen und die dynamischen Bedingungen in der permanenten Wolkendecke der Atmosphäre sichtbar, während die Infrarotbeobachtungen

Informationen über die vorherrschenden Temperaturen liefern.

Die Messungen zeigen, dass über den tropischen Breiten der Venus die Temperatur der überwiegend aus Kohlendioxid bestehenden Gashülle mit zunehmender Höhe stark abnimmt. Das Temperaturgefälle erzeugt starke turbulente Aufwinde, welche die Schwebeteilchen der Venuswolkendecke mit nach oben reißen. In mittleren Breiten ist der Temperaturverlauf umgekehrt, dadurch entsteht hier ein Kranz aus kühlerem Gas, der den Planeten umkreist. In diesen Breiten können die Schwebeteilchen nicht so hoch aufsteigen und bilden dort eine strukturlose, homogene Nebelschicht (siehe Bild unten).

Erstmals konnten die Forscher auch die Höhe der Wolkenschichten über der festen Planetenoberfläche bestimmen: In der Nähe des Äquators und in mittleren Breiten befinden sie sich in 72 Kilometer Höhe, im Bereich des Südpols liegen sie 64 Kilometer über Grund. Vom Nordpol gibt es keine Daten, da er von der Bahn von Venus Express nicht gut zu beobachten ist.



Im ultravioletten Licht enthüllt die permanente Wolkendecke der Venus komplexe Strukturen, die auf starke Strömungen in der Atmosphäre hinweisen (Bild von Venus Express).

Der Erdkartoffel auf der Spur

Nach mehrmonatigen Verspätungen gelang es der Europäischen Raumfahrtbehörde ESA am 10. März 2009, den Forschungssatelliten GOCE auf eine niedrige Erdumlaufbahn zu befördern. GOCE steht für »Gravity field and steady-state ocean circulation explorer«. Er dient zur hochpräzisen Erkundung der Erdschwerefelds.

GOCE befindet sich nun in einer polaren Erdumlaufbahn in rund 260 Kilometer Höhe. Um nicht nach wenigen Wochen durch Reibung in der Erdatmosphäre zu verglühen, muss GOCE die verlorengegangene Bewegungsenergie durch aktive Gegenmaßnahmen ersetzen. Zu diesem Zweck ist der Satellit mit zwei Ionenantrieben ausgestattet, deren

schwacher Schub ausreicht, die Abbremsung durch die Luftreibung auszugleichen.

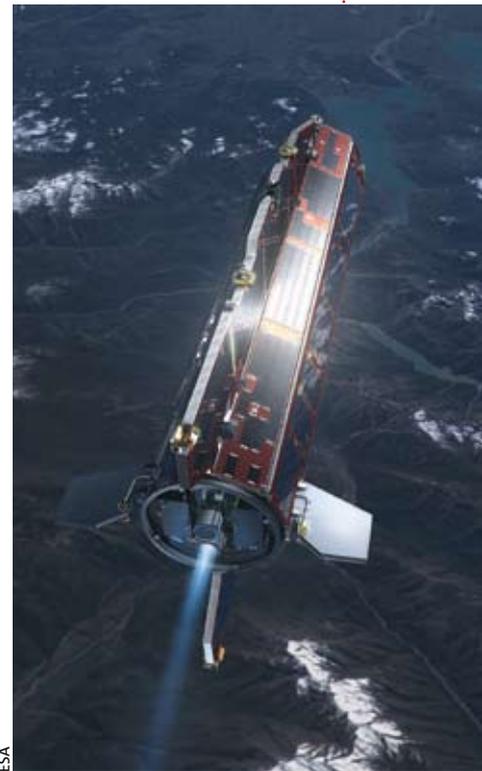
Um diesen schwachen Triebwerken ihre Arbeit zu erleichtern, erhielt GOCE eine für Satelliten ungewöhnliche Stromlinienform, die derjenigen eines Projektils ähnelt. Obwohl rund fünf Meter lang, bietet GOCE in Flugrichtung nur eine Querschnittsfläche von einem Quadratmeter.

Sein Hauptinstrument ist ein Schwerkraft-Gradiometer, das geringe Beschleunigungen des Satelliten beim Durchflug durch das inhomogene Erdschwerefeld mit sehr hoher Präzision misst. Dazu erfassen acht hochempfindliche Beschleunigungssensoren die Beschleunigungskräfte in allen drei Raumrichtungen.

Mit einem GPS-Empfänger lässt sich zusätzlich die Position von GOCE relativ zur Erde auf Zentimeter genau erfassen.

Aus den von GOCE gemessenen Beschleunigungs- und Positionsdaten lässt sich dann mittels aufwändiger numerischer Verfahren die Form des Erdschwerefelds mit großer Präzision ermitteln.

Schon seit langem ist bekannt, dass das Erdschwerefeld inhomogen ist und von der Massenverteilung im Erdinneren abhängt. Stellt man die Abweichungen des Schwerefelds auf einer gedachten Potenzialebene, dem Geoid, dar, so zeigt sich statt einer schönen Kugel eine verbeulte kartoffelförmige Erde (siehe auch SuW 8/2002, S. 24–31).



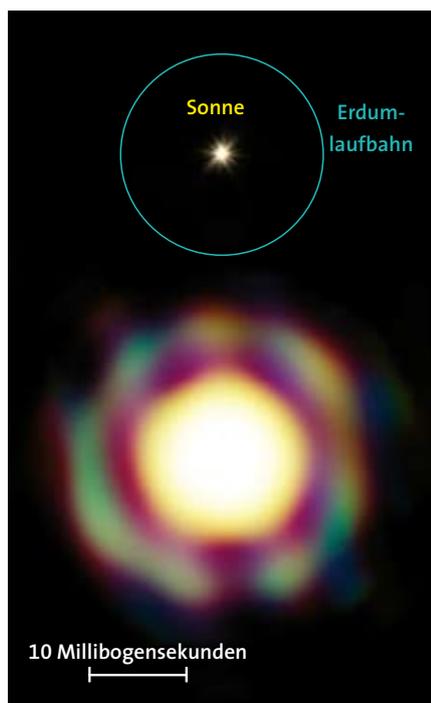
ESA

Erkundet das Erdschwerefeld: Der ESA-Satellit GOCE.

T Leporis als Scheibe aufgelöst

Einem Astronomenteam um Jean-Baptiste Le Bouquin an der Europäischen Südsternwarte ESO gelang es, den rund 500 Lichtjahre entfernten Stern T Leporis im Sternbild Hase als Scheibe abzubilden. Möglich wurde dies durch eine der ersten Interferometrie-Aufnahmen im nahen Infrarot. Bei der Interferometrie-Technik werden mehrere einzelne Teleskope zusammengeschaltet, wodurch sich das Auflösungsvermögen eines größeren Teleskops ergibt. Der virtuelle Spiegeldurchmesser entspricht dabei dem größten Abstand zwischen den benutzten Instrumenten.

In diesem Fall kombinierten die Astronomen das Licht der vier beweglichen 1,8-Meter-Hilfsteleskope des Very Large Telescope, die neben den Acht-Meter-Instrumenten auf dem Berg Paranal in Chile stehen. Auf einer Strecke von rund hundert Metern mussten die Instrumente mit einer Genauigkeit von weniger als einem Mikrometer ausgerichtet werden.



Der Riesenstern T Leporis weist etwa den 100-fachen Durchmesser der Sonne auf.

Zum Vergleich: Ein durchschnittliches Menschenhaar ist immerhin rund 70 Mikrometer breit.

T Leporis ist ein Mira-Stern mit dem rund hundertfachen Durchmesser der Sonne. Befände er sich im Zentrum unseres Planetensystems, so würde er sich bis etwa zur Erdbahn erstrecken. Weiter stellten die Wissenschaftler fest, dass T Leporis von einer Gashölle umgeben ist, die etwa den dreifachen Durchmesser des Sterns aufweist.

Mira-Sterne sind Pulsationsveränderliche. Ihre Helligkeit schwankt regelmäßig in einem Zeitraum zwischen 100 und 1000 Tagen und um mindestens 2,5 Größenklassen. Extreme Veränderungen von bis zu zehn Größenklassen sind ebenfalls bekannt. Diese Sterne geben den größten Teil ihrer Energie im nahen Infraroten ab, ihre Helligkeitsschwankungen sind in diesem Spektralbereich deutlicher ausgeprägt als im sichtbaren Licht.

MIRCO SANER