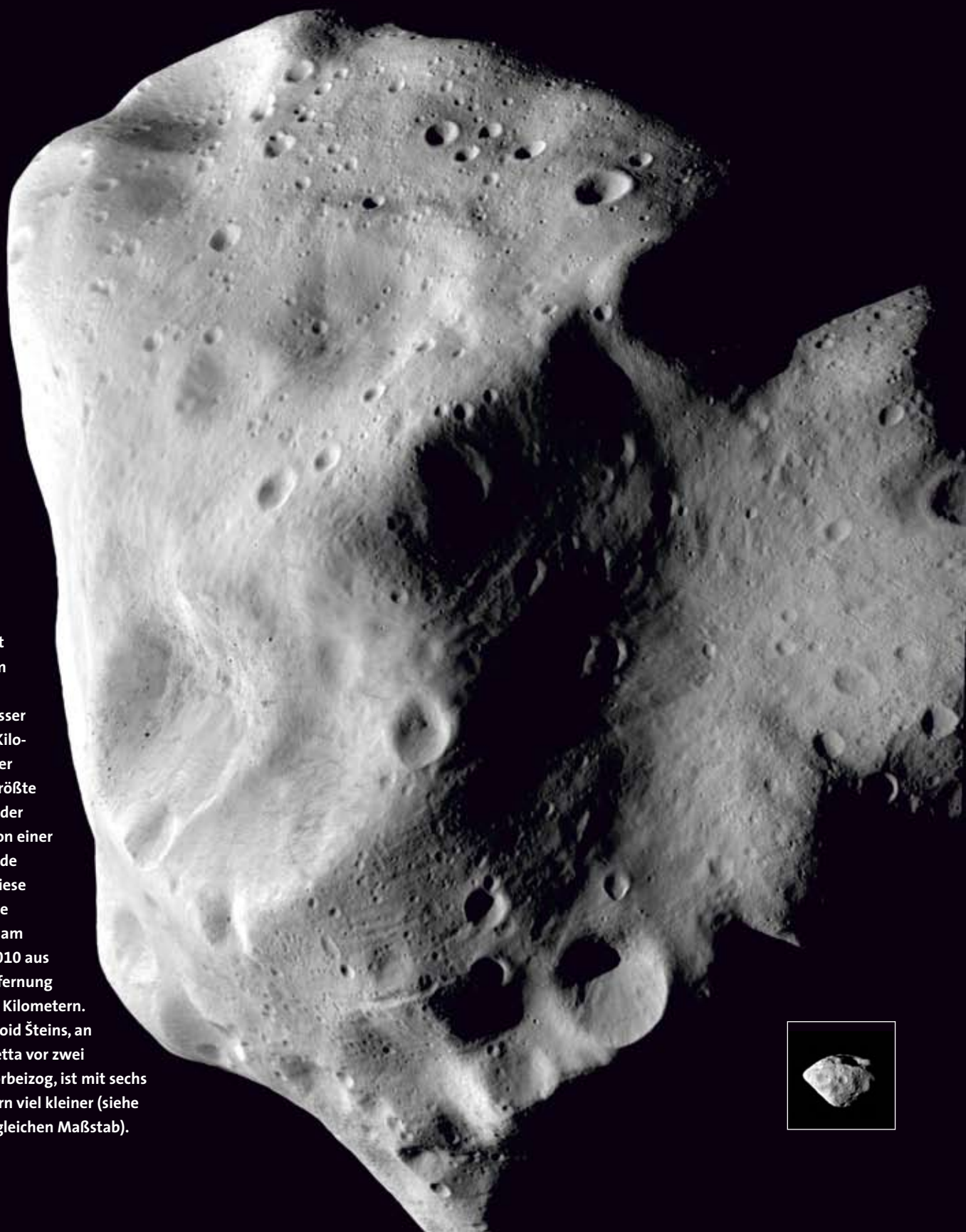




Rendezvous mit Lutetia

Die europäische Raumsonde Rosetta passierte am 10. Juli 2010 den Asteroiden (21) Lutetia. Sterne und Weltraum war im Europäischen Weltraumkontrollzentrum ESOC in Darmstadt live dabei.

Lutetia ist mit einem mittleren Durchmesser von 100 Kilometern der bislang größte Asteroid, der Besuch von einer Raumsonde erhielt. Diese Aufnahme entstand am 10. Juli 2010 aus einer Entfernung von 3162 Kilometern. Der Asteroid Šteins, an dem Rosetta vor zwei Jahren vorbeizog, ist mit sechs Kilometern viel kleiner (siehe Inset im gleichen Maßstab).

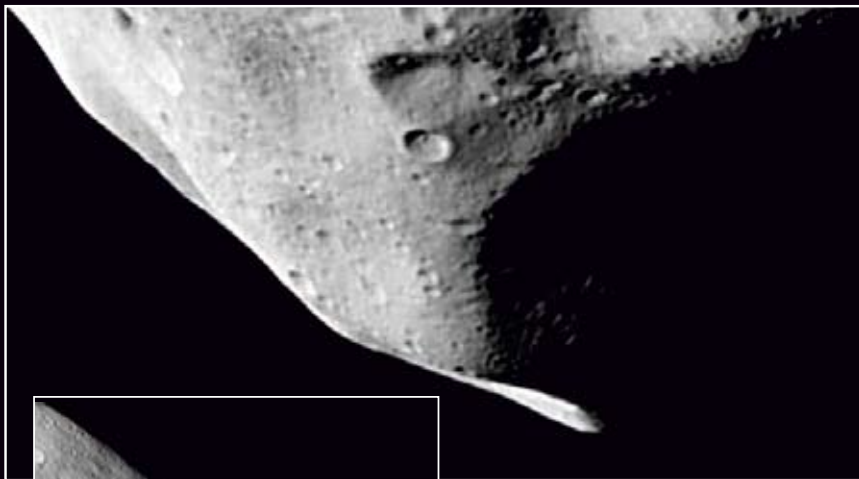




Der rötliche Farbton des bislang einzigen verfügbaren noch unkalibrierten Farbbilds des Asteroiden aus 80 000 Kilometer Distanz deutet auf ein hohes Alter.



Bei ihrem Anflug auf Lutetia gelang Rosetta in 36 000 Kilometer Entfernung dieses Porträt des Asteroiden mit dem Ringplaneten Saturn im Hintergrund (Pfeil).



Aus der Nähe betrachtet weist die Oberfläche von Lutetia viele Einschlagkrater auf. Dies ist ein Hinweis auf ein hohes geologisches Alter von mehreren Milliarden Jahren. Die abgerundeten Kraterländer besonders im Bild oben weisen auf Regolith hin. Diese mehrere Meter mächtige Schicht aus Staub und Gesteinsbruchstücken bildet sich durch Meteoriteneinschläge auf atmosphärenlosen Körpern.

»Der sieht ja aus wie Phobos!« ruft jemand. Wir drängeln uns zu zehnt in ein winziges Büro im European Space Operations Centre (ESOC) in Darmstadt, um die ersten Bilder des Asteroiden (21) Lutetia zu bewundern, auf denen mehr als nur ein Lichtpunkt erkennbar ist. Schon aus 80 000 Kilometern Entfernung zeigt der Kleinplanet Charakter: Er ist unförmig, mit Kratern übersät und sieht auf dem Bild bräunlich aus. Und in der Tat ähnelt Lutetia dem Marsmond Phobos mehr als dem Styropormodell, das auf der Bühne im Saal nebenan aufgebaut ist.

Es ist 17:45 Uhr MESZ am 10. Juli 2010. Gerade in diesem Moment hat die Raumsonde Rosetta ihr Rendezvous mit dem Asteroiden Lutetia – sie fliegt in weniger als 3200 Kilometern Entfernung an ihm vorbei und sammelt dabei so viele Informationen wie möglich. Sollte sie zumindest. Ob die Sonde wirklich macht, was sie soll, werden wir erst später erfahren, denn die Daten benötigen selbst mit Lichtgeschwindigkeit knapp 25 Minuten, um bei uns auf der Erde anzukommen. Schließlich ist Rosetta mehr als drei Astronomische Einheiten (450 Millionen Kilometer) von der Erde entfernt.

Der Saal bei der ESOC ist abgedunkelt und schwarz dekoriert; vielleicht um bei der extremen tropischen Hitze draußen etwas kühles Weltraum-Feeling aufkommen zu lassen. Auch der Moderator der Veranstaltung ist schwarz gekleidet. Um 18 Uhr lässt er live hinüber zum Kontrollraum im Nachbargebäude schalten, von wo aus die Rosetta-Sonde überwacht wird. Andrea Accomazzo, der Flugleiter der Rosetta-Mission, erscheint auf der Projektionsleinwand. Er schaukelt angespannt von einem Bein aufs andere und erklärt, dass in wenigen Minuten der Kontakt zur Sonde abbrechen wird. Das ist unvermeidlich, da sich die Sonde dreht, um ihre Instrumente stets auf Lutetia zu richten, während sie am Asteroiden vorbeifliegt. Die Kommunikationsantenne kann bei dieser schnellen Rotation nicht auf die Erde ausgerichtet bleiben, denn das Mitdrehen der 2,2 Meter großen Schüssel würde die Bewegung der gesamten Sonde beeinflussen. Also zeigt die Antenne rund 40 Minuten lang nicht auf die Erde.

Um 18:03 meldet Accomazzo: »Der Kontakt ist abgebrochen.« Gleichzeitig wird auch der Bildschirm im Saal schwarz: Die Stimmen aus dem Kontrollraum sind noch zu hören, aber man sieht nichts. Dabei ist der Kontrollraum kaum 100 Meter ent-



Nach der Passage von Rosetta bildet die sonnenbeschienene Seite von Lutetia eine unregelmäßige Sichel.

fernt! »Wie machen die das eigentlich mit der Raumsonde?« frotzelt jemand. Doch schon nach kurzer Zeit erscheint das Bild wieder. Auf einem Monitor ist eine Kurve zu sehen, die zuerst steil ansteigt und dann abrupt endet. Der Flugleiter erklärt, dass diese Daten gerade in den letzten Minuten von der Navigationskamera der Raumsonde kamen. Die Grafik zeigt, wie der Asteroid immer mehr Pixel der Kamera einnimmt, während die Sonde sich nähert.

Jetzt herrscht Funkstille.

Ein kompliziertes Manöver

Während der Passage vollführt Rosetta ein äußerst kompliziertes Manöver. Die Sonde rast mit einer Relativgeschwindigkeit von 15 Kilometern pro Sekunde an Lutetia vorbei und nähert sich dabei dem Asteroiden auf weniger als 3200 Kilometer an. Innerhalb von rund 40 Minuten rotiert die gesamte Sonde einmal um 180 Grad. Dabei ändert sich die Winkelgeschwindigkeit ständig und erreicht am Punkt der größten Annäherung 0,3 Grad pro Sekunde. Für die drei Tonnen schwere Raumsonde ist das eine sehr schnelle Drehung. Auf diese Weise richtet die Sonde ihre Messinstrumente so aus, dass sie stets auf den Asteroiden zeigen; gleichzeitig müssen die Solarzellen ständig zur Sonne weisen. Wird bei diesem rasenden Ballett alles so funktionieren wie geplant?

Selbstverständlich ist das keineswegs: Im September 2008, als Rosetta den Asteroiden Šteins passierte, schaltete sich ihre Teleskopkamera OSIRIS aufgrund der

zu schnellen Rotation der Sonde ab (siehe SuW 11/2008, S. 22). Aber diesmal soll so etwas nicht noch einmal geschehen. Dazu programmierten die Missionsplaner die Bewegungen von Rosetta schon lange vor dem Vorbeiflug, und die Leute im Kontrollraum stehen nun herum und harren der Dinge, die da kommen mögen.

Zur Überbrückung der Wartezeit bis zur Wiederkehr des Datenstroms von der Sonde stellen sich einige Forscher von der ESA dem Publikum im Saal vor und erzählen über die Mission. Einer von ihnen ist Projektleiter Gerhard Schwehm: Er arbeitet seit 25 Jahren bei der ESA und ist seit den Anfängen der Rosetta-Mission dabei. Holger Sierks vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung erklärt, dass sich die Kamera OSIRIS auf der Rosetta-Sonde doch stark von einer Handykamera unterscheidet. Es handelt sich eigentlich um zwei Kameras, die gemeinsam 35 Kilogramm auf die Waage bringen.

Als letzter kommt der ESA-Direktor für Wissenschaft und robotische Exploration, David Southwood, auf die Bühne. Er rührt die Propaganda-Trommel und erklärt, warum Rosetta und die ESA einfach toll sind: »Wir entschlüsseln das Universum.«

Die ganze Veranstaltung läuft auf englisch, obwohl fast nur deutsche Journalisten zu sehen sind – immerhin ist ein französischer Fernsehsender vertreten. Überhaupt haben sich eher wenige Journalisten hierher bequemt. Vielleicht liegt es an der tropischen Hitze draußen – aber diese Ausrede gilt nur bedingt, denn die Klimaanlage des ESOC funktionieren tadellos. Wahrscheinlich ist das WM-Fußballspiel am gleichen Abend schuld. Andererseits zeigt der Zähler der Live-Übertragung des Rendezvous im Internet mehr als 3400 Zuschauer an.

Dabei hat Lutetia eine Menge zu bieten. Mit einem mittleren Durchmesser von

rund 100 Kilometern ist sie der größte Asteroid, der je von einer Raumsonde besucht wurde. Außerdem stellten bisherige Beobachtungen von Lutetia die Forscher vor ein Rätsel.

Lutetias Geheimnisse

Das Spektrum des Asteroiden weist – aus der Ferne betrachtet – widersprüchliche Eigenschaften auf: Einerseits könnte er ein kohlenstoffreicher und sehr urtümlicher Asteroid der Klasse C sein; andererseits könnte es sich um einen metallreichen, jüngeren Körper der Klasse M handeln. Beides gleichzeitig ist nach bisherigem Kenntnisstand nicht möglich. Metallreiche Asteroiden sind typischerweise Bruchstücke des Kerns eines älteren, größeren Objekts. Dieser Kern entstand, als kurzlebige radioaktive Isotope durch ihre Zerfallswärme das Innere des Himmelskörpers so stark erhitzten, dass sogar Gestein und Metall schmolz. In dieser Schmelze sanken die dichtesten Materialien zum Zentrum und bildeten den metallreichen Kern. Asteroiden vom C-Typ können aber niemals derartiger Hitze ausgesetzt gewesen sein. Sie enthalten nämlich komplexe Kohlenstoffverbindungen, die sich bei solch extremen Temperaturen schon zersetzt hätten.

Somit bestehen C-Typ-Asteroiden aus ursprünglichem Material, das aus der Zeit der Planetenentstehung stammt und sich über mehr als vier Milliarden Jahre hinweg erhalten hat. Solch primitive Himmelskörper versprechen viele Erkenntnisse über die Frühzeit des Sonnensystems. Die Astronomen setzen also ihre Hoffnungen auf Lutetia: »Hoffentlich ist es ein C-Typ!« meint David Southwood. Auch wenn es sich um einen Asteroiden vom M-Typ handelt, wäre das sehr aufschlussreich, insbesondere weil bisher noch keine andere Raumsonde an einem metallreichen Aste-



Glückliche Gesichter von Offiziellen der ESA nach der Pressekonferenz um 23 Uhr, nachdem die ersten Bilder von Lutetia der Öffentlichkeit vorgestellt worden waren.

roiden vorbeigeflogen ist. Endgültigen Aufschluss werden schon bald die Messungen Rosettas geben – aber noch nicht heute.

Pünktlich um 18:40 Uhr schaltet das ESOC wieder live zum Kontrollraum. Passenderweise wird der Bildschirm sofort schwarz. Der Moderator will schon aufgeben und die Verbindung unterbrechen, als Andrea Accomazzo begeistert ausruft: »Good news...we have telemetry!« (Gute Neuigkeit: wir haben Kontakt!). Rosetta ist wieder aufgetaucht! Spontaner Jubel begrüßt die Nachricht. Das Warten hat sich gelohnt: Die Messinstrumente funktionierten auch während des komplizierten Manövers tadellos.

Daumen hoch

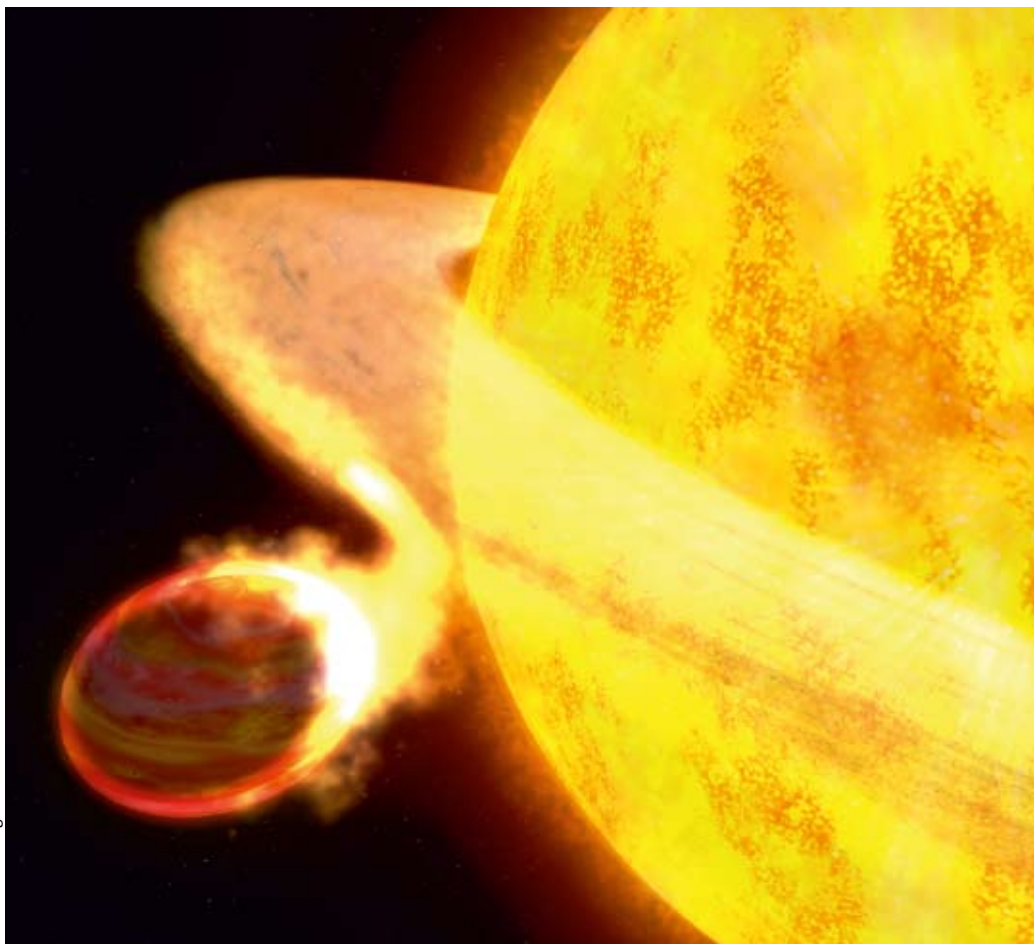
Bis die ersten Bilder bearbeitet sind, dauert es noch vier Stunden. In der Zwischenzeit führt uns Michael Khan, ein Missionsanalyst der ESA, zum Kontrollraum von Rosetta: Dort stehen die Leute entspannt da und recken die Daumen nach oben. Die Computer dort sehen nicht ganz so futuristisch aus, wie man sie in einem Raumfahrtzentrum erwarten würde, aber sie tun offensichtlich ihren Dienst – und eine dreidimensionale Darstellung der Marsoberfläche sorgt immerhin für ein wenig Sciencefiction-Atmosphäre.

Endlich ist es soweit: Punkt 23 Uhr kommen die ersten Bilder. Sie zeigen Details des Asteroiden mit einer Auflösung von nur 60 Metern. Auf einem Foto ist sogar Lutetia gemeinsam mit dem Planeten Saturn im Hintergrund zu sehen – ein schöner Zufall! Und schon diese ersten Bilder sind aufschlussreich: Lutetia weist gleich mehrere große Krater auf, von denen einer mehr als 30 Kilometer groß ist. Die Ränder der Krater sind auffallend weich, was auf eine Schicht aus Staub oder Geröll auf der Oberfläche hindeutet. Die Oberfläche des Asteroiden sieht auf den Bildern nicht metallisch aus; endgültigen Aufschluss über die chemische Zusammensetzung Lutetias werden aber erst später die spektroskopischen Daten geben. Holger Sierks vom Max-Planck Institut für Sonnensystemforschung ist schon zuversichtlich: »Ich glaube, das ist ein sehr altes Objekt. Heute Abend haben wir ein Überbleibsel aus der Zeit der Entstehung des Sonnensystems gesehen.«

MANUELA KUCHAR

Weblinks zum Thema:

www.astronomie-heute.de/artikel/1040039



Der Exoplanet WASP-12b verliert in dieser künstlerischen Darstellung nach und nach seine äußeren Atmosphärenschichten. Das Gas sammelt sich als Ring um den Stern, der den heißen Jupiter allmählich verspeist.

Planeten vor dem Untergang?

Zwei neu entdeckte Exoplaneten werfen in der Fachwelt Fragen auf. Sie befinden sich so nahe an ihrem Zentralstern, dass sie dort nicht mehr lange überleben können. Entweder sind diese Entdeckungen besondere Glücksfälle oder die Theorie der Gezeitenreibung muss neu überdacht werden.

Schwere Gasplaneten wie Jupiter können sich nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft nicht in unmittelbarer Nähe ihres Zentralsterns bilden. Die den Stern umgebende protoplanetare Scheibe besitzt dort nicht genug Materie, um solch massereiche Planeten entstehen zu lassen. Dennoch befinden sich unter den bislang entdeckten Exoplaneten zahlreiche so genannte heiße Jupiter: Planeten, deren Bahnradius bei nur etwa 0,1 Astronomischen Einheiten liegt und deren Masse vergleichbar oder größer ist als diejenige von Jupiter.

Vermutlich entstanden diese Himmelskörper einige Astronomische Einheiten entfernt von ihrem Zentralstern und drifteten anschließend durch Austausch von Drehimpuls mit der den Stern umgebenden Gasscheibe nach innen. Das Beobachtungsprogramm WASP South (*Wide Angle Search for Planets*) konnte bislang 19 Exoplaneten nachweisen. Zwei von ihnen sind extrem heiße Jupiter und schlagen besonders hohe Wellen – im wahrsten Sinn des Wortes. WASP-18b und WASP-19b umkreisen ihr jeweiliges Zentralgestirn in weniger als einem Tag, und ihr Bahnradius be-