

sicht stellte der im August 2013 entdeckte aktive Asteroid P/2013 P5 keine Ausnahme dar: Aufnahmen des Weltraumteleskops Hubble enthüllten im Verlauf des Septembers bis zu sechs Schweife gleichzeitig. Sie befanden sich alle in der Bahnebene des Asteroiden, wiesen aber in verschiedene Richtungen von dem kleinen Kern von rund 480 Metern Durchmesser weg, ähnlich den Speichen eines Wagenrads (siehe Bild links).

Rechnungen zur Bewegung der Staubteilchen unter dem Einfluss des Strahlungsdrucks der Sonne zeigten, dass jeder einzelne Schweif Material enthielt, das während eines ganz bestimmten, eng begrenzten Zeitraums die Oberfläche des

Kerns verlassen hatte. Diese episodischen Staubausschüttungen hatten spätestens im Januar 2013 begonnen und dauerten im September noch an. Der Staub verließ den Kern mit einer sehr kleinen Geschwindigkeit von weniger als zehn Zentimetern pro Sekunde, was vergleichbar ist mit der Fluchtgeschwindigkeit von der Oberfläche eines Körpers der Größe von P5.

Nun stellt sich die Frage nach der Ursache für die spektakuläre Aktivität dieses Asteroiden. Ein Einschlag kann so gut wie ausgeschlossen werden, weil die Aktivität über viele Monate andauerte. Eine Einschlagserie über solch einen langen Zeitraum erscheint als sehr unwahrscheinlich. Die Sublimation gefrorener Substan-

zen ist im Fall von P5 ebenfalls nur schwer vorstellbar, weil sich dieser Asteroid im besonders warmen inneren Teil des Hauptgürtels bei 2,3 AE befindet. Dort ist es sehr unwahrscheinlich, dass sich in einem so kleinen Körper wie P5 seit der Entstehung des Sonnensystems Eis erhalten konnte. Sehr viel plausibler scheint es, dass der Grund für die Aktivität von P5 eine überkritische Rotationsfrequenz ist. In diesem Fall wären Fliehkraft und Schwerkraft in der Äquatorialregion ungefähr gleich stark, und Material könnte sich von der Oberfläche lösen. Die zu erwartenden Geschwindigkeiten sollten etwa der Fluchtgeschwindigkeit eines nichtrotierenden Körpers gleicher Größe entsprechen, was in der Tat beobachtet wurde.

Die einzelnen Episoden der Staubemission könnten durch erdruftartige Materialverschiebungen in Äquatornähe hervorgerufen worden sein. Was genau geschieht, wenn ein Körper seine kritische Rotationsfrequenz erreicht, ist bisher allenfalls in Ansätzen verstanden und hängt stark von der Form und Struktur des betroffenen Körpers ab. Eine Bestimmung der Rotationsfrequenz des Kerns von P5 mittels einer Lichtkurve steht noch aus. Eine andere mögliche Ursache für die Staubemission durch P5 könnte sein, dass es sich um einen Doppelasteroiden handelt, dessen beide Komponenten begonnen haben sich zu berühren.

Wie alle aktiven Asteroiden hinterlässt P5 somit eine Reihe von neuen, offenen Fragen, zu deren Klärung hoffentlich zukünftige Beobachtungen und theoretische Studien beitragen werden.

JESSICA AGARWAL arbeitet am Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Göttingen. Ihre Hauptarbeitsgebiete sind die Erforschung von Kometen und Asteroiden.

ZUM NACHDENKEN

YORP-Effekt und Fluchtgeschwindigkeit



Der aktive Asteroid P/2013 P5 zeigte auf Bildern des Weltraumteleskops Hubble im September 2013 bis zu sechs Schweife. Deren Ursprung liegt wahrscheinlich in einer schnellen Rotation des Körpers – so schnell, dass die Fliehkraft an der Oberfläche die Gravitationskraft des Asteroiden übersteigt. Die treibende Kraft beim Beschleunigen der Rotation ist der YORP-Effekt. Er beschreibt den aus Geländeformationen resultierenden Unterschied im Absorptions- und Abstrahlverhalten des Sonnenlichts. Der YORP-Effekt kann sowohl beschleunigend als auch abbremmend wirken, je nach Geländeeigenschaften.

Aufgabe 1: Die Fotometrie mehrerer Aufnahmen mit dem Weltraumteleskop Hubble im visuellen Band ergab für P/2013 P5 eine absolute Helligkeit von $H_v = 18,63$ mag. Helligkeit und Kernradius hängen gemäß der Gleichung

$$r_n = 690 \text{ km } p_v^{-1/2} \text{ dex}[-H_v/(5 \text{ mag})]$$

zusammen. Dabei ist $p_v = 0,29$ die aus der wahrscheinlichen Zugehörigkeit zur Flora-Familie gefolgerte geometrische Albedo und $\text{dex}[\alpha] = 10^\alpha$. Welchen Radius hat demnach der Kern des aktiven Asteroiden?

Aufgabe 2: Die den Flora-Asteroiden spektral ähnelnden LL-Chondriten haben eine Dichte von $r_{LL} = 3300 \text{ kg/m}^3$. Welche Masse m_{P5} folgt bei dieser Dichte für P/2013 P5?

Aufgabe 3: Wie groß ist die Fluchtgeschwindigkeit v_{esc} von P/2013 P5?

Hilfe: $E_{ges,r_n} = E_{ges,\infty}$ mit $E_{ges} = E_{kin} + E_{pot}$. An der Oberfläche bei r_n gilt: $E_{kin} = \frac{1}{2} m v_{esc}^2$, $E_{pot} = -G m m_{P5}/r_n$. Im Unendlichen gilt: $E_{kin} = E_{pot} = 0$. Die Gravitationskonstante ist $G = 6,6743 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ und m ist eine kleine Probemasse.

Aufgabe 4: a) Bei welcher Rotationsgeschwindigkeit ω und **b)** bei welcher Rotationsperiode $P = 2 \pi/\omega$ kann Oberflächenmaterial von P/2013 P5 in den Weltraum entweichen? Die Gravitation ist $F_G = G m m_{P5}/r_n^2$, die Fliehkraft ist $F_F = m \omega^2 r_n$. AXEL M. QUETZ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum

14. Mai 2014 an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Haus der Astronomie, MPIA-Campus, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: 06221 528377.

Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern **Preise** verlost: siehe S. 109

Literaturhinweise

Jewitt, D. et al.: The Extraordinary Multi-Tailed Main-Belt Comet P/2013 P5. In: The Astrophysical Journal Letters 778, L21, 2013

Moreno, F. et al.: Intermittent Dust Mass Loss from Activated Asteroid P/2013 P5 (PANSTARRS). In: The Astrophysical Journal, 781, 118, 2014

Hainaut, O. R. et al.: Continued activity in P/2013 P5 PANSTARRS. Unexpected Comet, Rotational Break-up, or Rubbing Binary Asteroid? In: Astronomy and Astrophysics 563, A75, 2014