

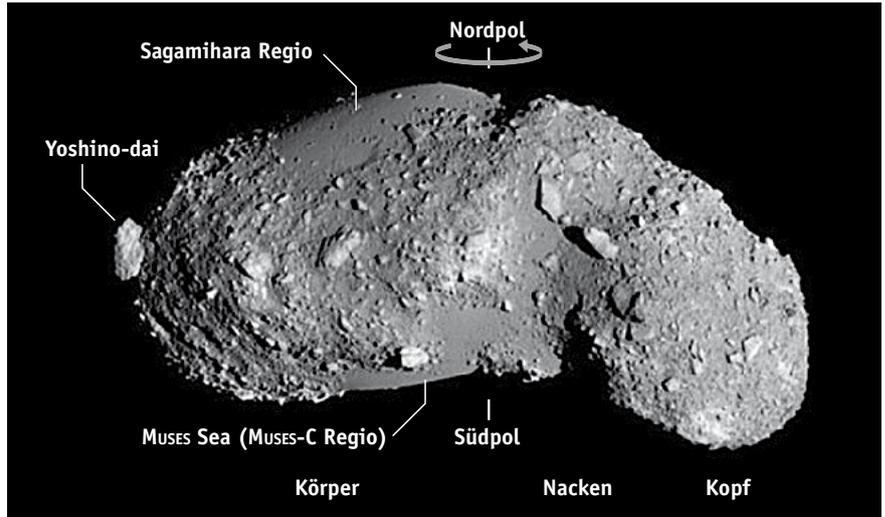
# Landung auf Itokawa

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **15. Dezember** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: (+49)0 6221-528-246.

In der Zeitschrift Science wurden im vergangenen Juni die ersten Ergebnisse der japanischen Mission zum Asteroiden (25143) Itokawa publiziert [1]: Neun Beiträge samt Titelseite widmen sich dem kleinen Körper und den mit Hilfe der Sonde HAYABUSA gewonnenen Erkenntnissen. Auf den Seiten 26–34 in diesem Heft berichtet der Insider Thomas Müller über den Stand der Dinge.

Nach Beobachtungen des kleinen Asteroiden aus sicherer Entfernung und eingehender Analyse der Oberfläche setzte HAYABUSA schließlich mehrfach auf der Oberfläche in der MUSES Sea auf, mit dem Ziel, eine Bodenprobe zu entnehmen. Ob dies gelang, ist bislang nicht klar. Mittlerweile sind einige Oberflächenstrukturen benannt: *Sagamihara* nach einem Plateau im Landesinnern in der Präfektur Kanagawa auf Honshu, *MUSES Sea* nach dem ursprünglichen Namen der Raumsonde, MUSES-C, und *Yoshino-dai*, ein weiteres Plateau und gleichzeitig Adresse der ISAS.

**Aufgabe 1:** Man berechne den mittleren Radius  $R_1$  des als kugelförmig gedachten Itokawa. Seine Masse wurde mit Hilfe von HAYABUSA zu  $M_1 = 3.51 \cdot 10^{10}$  kg be-



stimmt, seine mittlere Dichte zu  $\rho_1 = 1.9 \text{ g/cm}^3$ .

**Aufgabe 2:** Wie groß ist die zugehörige mittlere Schwerebeschleunigung  $g_1$  an der Oberfläche? Man erhält sie durch Gleichsetzen der Gravitationskraft  $F_G = G M_1 m / R_1^2$  mit der Beschleunigungskraft  $F_B = m g_1$ . Man vergleiche mit der Erdbeschleunigung  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ . Darf man hier von Mikrogravitation sprechen?

▲ (25143) Itokawa ist ein Erdbahn- und Marsbahnkreuzer mit einer Bahnneigung von nur 1°. Seine Umlaufzeit beträgt 1.52 Jahre.

**Aufgabe 3:** Welche Schwerebeschleunigung  $g_{MS}$  herrscht an der Landestelle HAYABUSAS, der MUSES Sea, nicht weit von Itokawas Südpol? Dabei soll diesmal die reale Form des Asteroiden etwas besser berücksichtigt werden. Man denke sich

## Lösung der Aufgabe aus dem Oktober-Heft 2006

**Aufgabe 1:** Das gesuchte Verhältnis  $\xi = \delta_{\text{TNO}} / \delta_{X-1}$  der Winkelausdehnungen ergibt sich mit der für kleine Winkel gültigen Näherung  $\tan \delta \approx (\pi/180^\circ) \delta = D/d$  und damit  $\delta = (180^\circ/\pi) D/d$  zu:

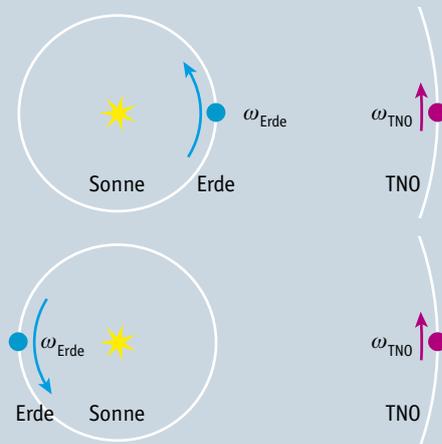
$$\xi = \frac{D_{\text{TNO}}}{D_{X-1}} \bigg/ \frac{d_{\text{TNO}}}{d_{X-1}}$$

Man findet nach Einsetzen der in der Aufgabenstellung angegebenen Größen den Wert:

$$\xi = 6.72 \cdot 10^4.$$

Offenbar erscheint uns der Pulsar am Himmel um nahezu fünf Größenordnungen kleiner als das Trans-Neptun-Objekt (TNO). Demnach kann die Röntgenquelle relativ zum TNO als punktförmig betrachtet werden.

**Aufgabe 2:** Wenn sich die Erde von der Sonne aus betrachtet zwischen ihr und dem TNO befindet und diesen gerade überholt, sind die Winkelgeschwindigkeiten von Erde und TNO voneinander zu subtrahieren. Ein halbes Jahr später sind die Winkelgeschwindigkeiten zu addieren:  $\omega_{\pm} = \omega_{\text{Erde}} \pm \omega_{\text{TNO}}$ . Die Umlaufdauer  $P_{\text{TNO}}$  des TNO ist:



$$P_{\text{TNO}} = (a_{\text{TNO}}/\text{AE})^{3/2} \text{ a} = 282 \text{ a}.$$

Mit  $\omega_{\text{Erde}} = 2 \pi/a$  und  $\omega_{\text{TNO}} = 2 \pi/P_{\text{TNO}}$  findet man damit die Extremwerte:  $\omega_+ = 6.3055/a$  und  $\omega_- = 6.2609/a$ . Mit  $r_{\text{Erde}} = 1 \text{ AE}$  ergibt sich die maximale Bedeckungsdauer  $\Delta t_{\text{max}}$  für Scorpius X-1 zu:

$$\Delta t_{\text{max}} = \frac{D_{\text{TNO}}}{\omega_+ r_{\text{Erde}}} = 3.3 \text{ Millisekunden}.$$

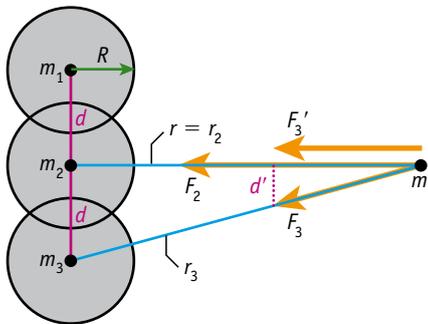
Die taiwanesischen Astronomen fanden im Beobachtungszeitraum insgesamt 58 Bedeckungsereignisse, deren Dauer meist

zwischen 2 und 3 Millisekunden lag. Die längste Bedeckungsdauer betrug 7 Millisekunden.

**Aufgabe 3:** Der Poissonsche Fleck besitzt den Radius  $\Delta r'_X = 15.5 \text{ m}$  im Röntgenbereich bzw.  $\Delta r'_S = 448 \text{ m}$  im Sichtbaren. Am Ort der Erde sind die von der Röntgenquelle ausgesandten Wellenfronten damit praktisch eben und die Photonenpfade verlaufen in höchstem Maße parallel. Demnach wirft der TNO nur im Röntgenbereich einen Schatten. AMQ

### Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, D-69207 Sandhausen; Ulrike Neumann, D-59558 Lippstadt; Ulrike Saher, D-40629 Düsseldorf; N. Becker, D-61462 Königstein i. Ts.; W. Blendin, D-65597 Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, D-86356 Neusäß/OT Steppach; G. Breitkopf, D-13156 Berlin; H. Brockmann, D-78315 Radolfzell; U. Buchner-Eysell, D-86833 Ettringen; W. Christ, D-65824 Schwalbach; K. Clausecker, D-74219 Möckmühl; R.-R. Conrad, D-31275 Lehrte; J. Döblitz, D-70619 Stuttgart; H. Dschida, D-73660 Urbach; A. M. Dufter, D-83334 Inzell; M. Ebert, D-85435 Erding; E. Edler v. Malyevacz, D-70825 Kornthal-Münchingen; H. Eggers, D-31311 Uetze; P. Fischer, D-08223 Falkenstein; R. Fischer, D-50858 Köln; G. Forster, D-69120 Heidelberg; M. Geisel, D-79540 Lörrach; M. Gläsel, D-95445 Bayreuth; H. Göbel, D-79540 Lörrach; M. Growe, D-21493 schwarzenbek; J. Th. Grundmann, D-52068 Aachen; A. Güth, D-73078 Boll; R. Guse, D-31228 Peine; A. Haag, D-63110 Rodgau; J. Haller, D-51379 Leverkusen; D. Hauffe, D-60431 Frankfurt am Main; S. Hetze, D-12057 Berlin; A. Heuser, D-53879 Euskirchen; F. Hofmann, D-01069 Dresden; J. Home,



▲ Itokawa idealisiert zu drei Massepunkten mit Abstand  $d$  zueinander. HAYABUSA besitzt die Masse  $m$ .

gemäß obiger Abbildung seine Masse in drei gleichgroße punktförmige Teilmassen  $m_1 = m_2 = m_3 = M_I/3$  zerlegt, die voneinander den Abstand  $d = L_I/3$  besitzen. Die Hauptachsen (Länge, Breite, Tiefe) von Itokawa sind  $L_I \times B_I \times T_I = 535 \text{ m} \times 294 \text{ m} \times 209 \text{ m}$ . Da sich die durch  $m_1$  und  $m_3$  verursachten Kräfte senkrecht zur Verbindungslinie  $m_2$ - $m$  gegenseitig aufheben, gilt für die auf die Sondenmasse  $m$  wirksame Gravitationskraft  $F_G = F_1' + F_2 + F_3'$ . Der Landeplatz habe vom Gravitationszentrum den Abstand  $R = 100 \text{ m}$ .

AXEL M. QUETZ

### Literatur

[1] *Science* 312, 2.6.2006. Titelseite sowie S. 1327-1353

D-06844 Dessau; B. Hornisch, D-91238 Engelthal; B. Hülß, A-4542 Nußbach; G. Junge, D-04600 Altenburg; H. Kamper, D-89520 Heidenheim; S. Kasam, D-60431 Frankfurt/M.; L. Kirschhock, D-92237 Sulzbach-Rosenberg; F.-G. Knell, D-63457 Hanau; K.-M. Köppl, D-47805 Krefeld; K.-H. Künkler, D-45279 Essen; H.-P. Lange, D-85376 Massenhausen; M. Leinweber, D-35435 Wetztenberg; A. Leonhardt, D-90559 Burghthann; B. Leps, D-13507 Berlin; A. Lichtfuß, D-93161 Sinzing; R. Lühmann, D-78224 Singen; W. Mahl, D-71254 Ditzingen; P. Matzik, D-51399 Burscheid; N. Mayer, D-12205 Berlin; M. Mendl, D-85567 Grafing b. München; K. Mischke, D-71116 Gärtringen; F. Moser, D-47167 Duisburg; K. Motl, D-82538 Geretsried; S. Mrozek, D-25358 Horst; Chr. Netzel, D-52080 Aachen; J. Nußbaum, D-80689 München; M. Otte, D-59558 Lippstadt; Chr. Overhaus, D-46325 Borken; G. Pannach, D-38124 Braunschweig; M. Plambeck, D-21031 Hamburg; G. Portisch, D-75015 Bretten; U. Poschmann, D-52351 Düren; H. Prange, D-57250 Netphen; B. Quednau, D-33397 Rietberg; F. Reinhardt, D-79539 Lörrach; E. Rössler, D-13503 Berlin; R. Rohde, D-12277 Berlin; K. Rohe, D-85625 Glonn; A. Schäfer, D-71711 Steinheim/Murr; F. Schauer, D-79199 Kirchzarten; N. Scherer, D-76137 Karlsruhe; J. Schermer, D-12687 Berlin; R. H. Schertler, A-5280 Braunau am Inn; M. Schiffer, D-88662 Überlingen; B. Schmalfeldt, D-21521 Aumühle; G. Scholz, D-73457 Essingen; J. Schröder, D-45731 Waltrop; P. J. Schüngel, CH-8105 Regensdorf ZH; S. Schuler, D-66346 Püttlingen; M. Senkel, D-85614 Kirchseeon; D. Spitzer, D-59075 Hamm; R. Stahlbaum, D-38124 Braunschweig; K. Stampfer, D-86486 Bonstetten; A. Thiele, D-52066 Aachen; A. Trutschel-Stefan, D-83714 Miesbach; H.-G. Wefels, D-47239 Duisburg; S. Weiß, A-8010 Graz; H. Wember, D-22525 Hamburg; B. Wichert, D-21629 Neu-Wulmstorf; Chr. Wiedemair, I-39031 Bruneck, Südtirol; G. Woysch, D-70435 Stuttgart; M. Ziegler, A-2460 Bruckneudorf; Chr. Zorn, D-70825 Korntal-Münchingen; W. Zumach, D-86163 Augsburg.

Insgesamt 99 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %.

## Kreuzworträtsel

VON FRED GOYKE

Neutronenstern	1	dichter als e. Neutronenstern (2. Wort)	russ. Physiker (1908-68, Nobelpri.)	erster bemannter Mondflug (Apollo ...)	Kfz.-Kennzeichen f. Kassel	seit 2000 Sturm-wirbel auf Jupiter			geplantes Radio-teleskop (1. Wort)
		Observatorium auf dem Mt. Hamilton		4		Mars-region (... Planitia)			7
zwei Musiker		Teil einer Mon-tierung				6	Sternbild von Atair (int. Abk.)		Bauform eines Spiegel-teleskops
VON SPIRIT entd. Meteorit (Zhong ...)	11			Saturn-ring	Pluto-mond		Kfz.-Kenn-zeichen f. Ansbach		
Instrument am VLTI		höchster Vulkan von Costa Rica	Klasse ellipt. Zwerg-galaxien	8	F in Fuse (Satellit)	5			
				Zenithal Hourly ...	jetzt das J. Webb Space Telescope		autom. Himmels-über-wachung	2	
NASA-Satellit (Hintergr.-strahlung)	Sternbild m. d. Koh-lensack (int. Abk.)	3	Asteroid Nr. 30		13				Symbol für Ein-steinium
			Projekt der Seti-League	9					Symbol für Rönt-genium
			12	europ. Mond-sonde (...-1)					
Krater zw. den Maria Crisium u. Undarum		durch Masse verlang-samt		10			Kfz.-Kenn-zeichen f. Sanger-hausen		14

### Lösung des Kreuzwort-rätsels aus SuW 10/2006

M S E P L  
F I L T E R K U R A H  
R E A S T L C U  
X R T H A L O L  
E D O C A M R M S  
G R A P E L A B B E  
A E N T E N I  
P E C S Y R T I S  
M E X I K O S E T A  
R O S E T T A R H O



**Kreuzworträtsel.** Die eingekreisten Buchstaben bilden ein Lösungswort. Unter allen, die dieses Lösungswort bis zum **15. Dezember** auf einer Postkarte an die *Redaktion* einsenden, verlosen wir ein Meade Capture View-II 8x22 im Wert von 109 €, gestiftet von Fa. Meade. *Viel Spaß beim Knobeln!*

Die Lösung des Kreuzworträtsels in Heft 10/2006 lautet: **Elongation**. Der glückliche Gewinner des Zoomspektiv Bresser Zzoomar 15-45x60 (bei 136 richtigen und wieder 1 Einsendung ohne Lösung :-)) ist: **Bernd Hornisch**, Kruppacher Str. 14, D-91238 Engelthal.

### »Zum Nachdenken« im Web

Einige Tage vor der Auslieferung des gedruckten Heftes lässt sich das aktuelle »Zum Nachdenken« auf der Homepage von SuW [www.suw-online.de](http://www.suw-online.de) als PDF finden. Ältere Fassungen: → SuW-Archiv → Zurückliegende Ausgaben.

### Einsendungen

- Lösungen werden nur auf Papier – Brief oder Fax – akzeptiert, auf keinen Fall jedoch per E-Mail.
- Die Redaktion empfiehlt, Namen und Anschrift immer auf dem Lösungsblatt zu notieren.
- Lösungen, die nach dem angegebenen Stichtag eintreffen, können leider nicht berücksichtigt werden.

### Die 26. Runde

Mit der Aufgabe im Juni-Heft begann die 26. Runde *Zum Nachdenken*. Alle Löser mit wenigstens neun richtigen Einsendungen aus den zwölf bis inklusive Mai 2007 erscheinenden Aufgaben in »Zum Nachdenken« werden bei der Verlosung im Sommer 2007 berücksichtigt. Zu gewinnen sind als attraktive Hauptpreise ein komplettes Okularset, bestehend aus sechs Okularen vom Typ **Baader-Hyperion**, gestiftet von Fa. Baader Planetarium, sowie ein Fernglas **Mariner II**, gestiftet von Fa. Fujinon. Viel Spaß beim Nachdenken und viel Erfolg beim Lösen!

AMQ

### Hauptpreise



Das Okularset **Baader-Hyperion** im Wert von 699 € besteht aus sechs 68°-Weitwinkel-Okularen mit augenphysiologisch optimalem Gesichtsfeld in den Brennweiten: 3,5 mm, 5 mm, 8 mm, 13 mm, 17 mm und 21 mm, jeweils mit 1/4"- und 2"-Steckfassung, sowie zwei integrierten Systemgewinden zur Adaption des Okulars an fast jede digitale Kamera – dazu werden 16 verschiedene digitale T-Ringe optional angeboten. Gestiftet von Fa. Baader Planetarium. [www.baader-planetarium.de](http://www.baader-planetarium.de).



Das Fernglas **Mariner II** vom Typ 7x50 WP/II-CF im Wert von 189 €, mit herausragenden optischen Eigenschaften, gestiftet von Fa. Fujinon (Europe) GmbH. [www.fujinon.de](http://www.fujinon.de).