



# Präzedenzfall 2008 TC<sub>3</sub>

Astronomen aller Welt – Profis wie Amateuren – bot sich am 7. Oktober eine einmalige Möglichkeit: Ein nur 19 Stunden zuvor entdeckter kleiner Asteroid würde auf der Erde einschlagen, und man wusste im Voraus wann und wo. Die Geschichte um das Objekt mit der rasch erteilten Katalognummer 2008 TC<sub>3</sub> ist auf den Seiten 18 ff. geschildert. In den folgenden Aufgaben sollen ein paar seiner Eigenschaften untersucht werden.

Obwohl der Asteroid nur kurze Zeit beobachtet werden konnte, kamen doch mehrere hundert Messungen zur Bahnbestimmung zusammen. Damit ergab sich für 2008 TC<sub>3</sub> eine absolute Helligkeit von  $H = 30,4$  mag. Spektren, die mit dem 4,2-Meter-William-Herschel-Teleskop auf La Palma gewonnen wurden, weisen 2008 TC<sub>3</sub> als Asteroid von Typ C oder M aus. Typ-C-Asteroiden (kohlenstoffartige) besitzen eine Albedo zwischen  $A_1 = 0,03$  und  $A_2 = 0,1$ , ihre mittlere Dichte liegt bei  $\rho_C = 1,4$  g/cm<sup>3</sup>. Der Typ M (Nickel-Eisen-Oberfläche) besitzt eine Albedo zwischen  $A_2$  und  $A_3 = 0,18$ . Er weist mittlere Dichten um  $\rho_M = 2,2$  g/cm<sup>3</sup> auf.

**Aufgabe 1:** Den Zusammenhang zwischen dem Durchmesser  $D$  des Asteroiden, seiner Albedo  $A$  und seiner absoluten Helligkeit  $H$  liefert die Gleichung:

$$D = \frac{1}{\sqrt{A}} \times 10^{-H/5 \text{ mag}} \times 1329 \text{ km.}$$

Man ermittle für die drei angegebenen Albedogrenzwerte  $A_{1,2,3}$  und die beiden Dichten  $\rho_{C,M}$  **a)** die drei zugehörigen Durchmesser  $D_{1,2,3}$  sowie **b)** die vier zugehörigen Eckwerte  $m_{1C,2C,2M,3M}$  für die Masse von 2008 TC<sub>3</sub>.

**Aufgabe 2:** Welche kinetische Energie besaß der kleine Asteroid? Man verwende die vier Massen aus Aufgabe 1 sowie die Einschlaggeschwindigkeit  $v_E = 12,8$  km/s.

**Zusatzaufgabe:** Laut Zirkular des Minor Planet Center (MPEC 2008-T50) befand sich 2008 TC<sub>3</sub> zum Zeitpunkt  $t_1 = 2008$  Oktober 6,5 in der Distanz  $d_1 = 0,00246$  AE (1 AE = 149,6 Mio. km), zum Zeitpunkt  $t_2 = 2008$  Oktober 6,7 in der Distanz  $d_2 = 0,00171$  AE. **a)** Wie groß war die mittlere Geschwindigkeit des Körpers in diesem

Zeitraum? **b)** Welche Einschlaggeschwindigkeit  $v_{E, \text{MPC}}$  folgt daraus? Lässt sich der in Aufgabe 2 angegebene Wert bestätigen? Masse der Erde:  $M_{\text{Erde}} = 5,974 \times 10^{24}$  kg, Erdradius:  $R_{\text{Erde}} = 6378$  km, Gravitationskonstante:  $G = 6,6743 \times 10^{-11}$  m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> s<sup>-2</sup>.

**Aufgabe 3:** Die Physiker der US-Regierung benennen die aus der mit Satelliten verfolgten Lichterscheinung des in der Atmosphäre abgebremsten Miniasteroiden abgeleitete Energie äquivalent zu 0,9 bis 1 Kilotonne TNT. Aus Infraschall-daten folgen sogar 1,1 bis 2,1 kt TNT (1 kt TNT entspricht der Energie  $4,184 \cdot 10^{12}$  J). Man vergleiche diese Angaben mit dem Ergebnis von Aufgabe 2. AXEL M. QUETZ

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: 062 21-52 82 46.

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

## Lösung der Aufgabe »Lichtechos« aus dem Oktober-Heft 2008

**Aufgabe 1:** Mit Hilfe der Grafik auf Seite 12 im Oktober-Heft lässt sich die Zeitverzögerung angeben. Der direkte Weg  $D_{\text{SN}}$  des Lichts von der Supernova zur Erde ist:  $D_{\text{SN}} = D = 11\,000$  Lj. Die Strecke  $D_W$ , die das Licht über die Wolke führt, ist:  $D_W = D_{\text{SN}} - x + z$ . Für den Umweg,  $D_W - D_{\text{SN}}$ , benötigt das Licht die Zeit  $\Delta t$ . Deshalb gilt:

$$\Delta t = \frac{D_W - D_{\text{SN}}}{c} = \frac{D_{\text{SN}} - x + z - D_{\text{SN}}}{c} = \frac{z - x}{c}.$$

Nach dem Satz des Pythagoras gilt außerdem:  $z = \sqrt{x^2 + y^2}$ . Damit folgt:

$$\Delta t = \frac{\sqrt{x^2 + y^2} - x}{c}. \quad (1)$$

Darin ist  $y$  der Abstand des Lichtechos vom Ort der Supernova in der Himmelsebene und  $x$  die Distanz von der zur Himmels-

ebene parallelen Ebene durch die Supernova auf der Sichtlinie Lichtecho–Erde.

**Aufgabe 2:** Die Zeitdifferenz zwischen dem Aufleuchten der Supernova und dem Bild, das die Lichtechos zeigt, beträgt:

$$\Delta t = 2006 \text{ a} - 1680 \text{ a} = 326 \text{ Jahre.}$$

Gesucht ist die Distanz  $x$  für die drei bunten Lichtechoregionen bei  $\delta_1 = 42'$ ,  $\delta_2 = 71'$  und  $\delta_3 = 73'$ . Aus Gleichung (1) folgt:

$$x = \frac{y^2 - c^2 \Delta t^2}{2 c \Delta t}. \quad (2)$$

In der Entfernung  $D$  entspricht der beobachtete Winkel  $\delta$  zwischen dem Ort der Supernova und dem Lichtecho der Strecke  $y = D \tan \delta$ . Damit ergibt sich:

$$x_i = \frac{D^2 \tan^2 \delta_i - c^2 \Delta t^2}{2 c \Delta t}.$$

Ist  $x$  kleiner als Null, dann befindet sich die betrachtete Lichtechoregion hinter der Supernova, ist  $x$  positiv, liegt die Region näher zur Erde. Man findet schließlich:

$$\begin{aligned} x_1 &= -135,3 \text{ Lj,} \\ x_2 &= -83,8 \text{ Lj und} \\ x_3 &= -79,3 \text{ Lj.} \end{aligned}$$

Die Entfernungen aller drei Wolken sind demnach größer als diejenige der Supernova. Gleichung (2) beschreibt eine Parabel, deren Scheitelpunkt bei  $x = -c \Delta t/2$  liegt. Sie schneidet die zur Himmelsebene parallele Ebene durch die Supernova in der Distanz  $y = c \Delta t$  und ist zur Erde hin geöffnet. Da jede beliebige Lage um die Sichtlinie möglich ist, liegen die Wolken, die zu einer bestimmten Zeit  $\Delta t$  durch das Licht der Supernova-Explosion aufleuchten, allesamt auf einem Rotationsparaboloid. AMQ

## »Zum Nachdenken« im Web

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

## Einsendungen

■ Lösungen werden nur auf Papier – Brief oder Fax 06221-528-246 – akzeptiert, nicht 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 28. Runde

Mit dem Juni-Heft 2008 startete die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit dem Mai-Heft 2009. Löser mit mindestens neun richtigen Einsendungen nehmen an der Preisverlosung teil. Zu gewinnen sind wieder attraktive Hauptpreise.

Viel Spaß beim Nachdenken und viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben! AMQ

## Hauptpreis der 28. Runde

Der 12-Zoll-Leichtbau-Reisedobson von Hofheim Instruments im Wert von 2140 € lässt sich ganz leicht zerlegen und wieder aufbauen. Im Transportzustand füllt der leistungsstarke 12-Zoll-f/5-Newton in Gitterbauweise auf seiner klassischen Dobson-Montierung zwei handliche Trageboxen. Das aufgebaute Teleskop besitzt eine Masse von zwölf Kilogramm. Das Gerät ist stabil und solide aus Aluminium, Edelstahl und Birke-Multiplexholz gefertigt. Gestiftet von Fa. Hofheim Instruments, Hofheim. [www.hofheiminstruments.com](http://www.hofheiminstruments.com)



Hofheim Instruments



Meade Instruments

## 2. Preis

Das transportable Maksutow-Cassegrain-Teleskop MAK-90 auf neuentwickelter GoTo-Montierung hat einen Wert von 529 €. Gestiftet von Fa. Meade Instruments Europe, Rhede/Westfalen.

[www.meade.de](http://www.meade.de)

## Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Ulrike Hellmann, D-42365 Wuppertal; Ulrike Neumann, D-59558 Lippstadt; Maria Obst, D-92318 Neumarkt; Dorothea Steglich, D-67346 Speyer; Margit Zink, D-73240 Wendlingen; W. Blendin, D-65597 Hünfelden-Kirberg; G. Breitkopf, D-13156 Berlin; H. Bresele, D-93128 Regenstein; W. Christ, D-78086 Brigachtal; K. Clausecker, D-74219 Möckmühl; R.-R. Conrad, D-31275 Lehrte; M. Deye, D-97241 Bergtheim; A. M. Dufter, D-83334 Inzell; H. Duran, CH-5300 Turgi; M. Ebert, D-85435 Erding; E. Edler v. Maljevacz, D-70825 Korntal-Münchingen; R. Egger, CH-8620 Wetzikon; M. Erhard, D-01326 Dresden; A. Frey, D-65462 Ginsheim; M. Geisel, D-79540 Lörrach; J. Glattkowski, D-76571 Gaggenau; H. Göbel, D-79540 Lörrach; F. Götz, D-51645 Gummersbach; M. Grasshoff, D-86956 Schongau; J. Gruber, D-79194 Gundelfingen; J. Th. Grundmann, D-28237 Bremen; A. Güth, D-73078 Boll; R. Guse, D-31228 Peine; R. Hagelweide, D-27726 Worpswede; J. Haller, D-51379 Leverkusen; J. Hampp, D-91056 Erlangen; W. Hauck, D-90449 Nürnberg; D. Hauffe, D-60431 Frankfurt am Main; H. Hauser, D-89275 Elchingen; U. Hermann, D-89347 Bubesheim; A. Heuser, D-53879 Euskirchen; J. Hingsammer, D-84032 Altdorf; J. Hochheim, D-06295 Lutherstadt Eisleben; E. Hoff-

meister, D-53604 Bad Honnef; F. Hofmann, D-01217 Dresden; B. Hubl, A-4542 Nußbach; Th. Inghoff, D-34355 Staufenberg; G. Junge, D-04600 Altenburg; S. Kassam, D-60431 Frankfurt/M.; F.-G. Knell, D-63457 Hanau; K.-M. Köppl, D-47805 Krefeld; M. Kretzler, D-69259 Wilhelmsfeld; A. Kumpf, D-61169 Friedberg; H.-P. Lange, D-85376 Massenhausen; J. Lange, D-59065 Hamm; M. Leinweber, D-35435 Wettbergen; A. Leonhardt, D-90559 Burgthann; B. Leps, D-13507 Berlin; A. Lichtfuß, D-93161 Sinzing; R. Lühmann, D-78224 Singen; W. Mahl, D-71254 Ditzingen; S. Marwinski, D-53639 Königswinter; N. Mayer, D-12205 Berlin; P. Mayer, D-80805 München; R. Melcher, D-76227 Karlsruhe; M. Mendl, D-85567 Grafing b. München; K. Mischke, D-71116 Gärtringen; B. Moor, CH-4054 Basel; F. Moser, D-47167 Duisburg; Chr. Müller, D-40723 Hilden; 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; H.-P. Patjens, D-27299 Langwedel; M. Perner, D-81377 München; R. Pitzl, A-2345 Brunn/Gebirge; R. Prager, A-2230 Gänserndorf; H. Prange, D-57250 Netphen; B. Quednau, D-33397 Rietberg; I. Raap, D-89551 Königsbrunn; F. Reinhardt, D-79592 Fischen; E.

Rössler, D-13503 Berlin; K. Rohe, D-85625 Glonn; D. Sablowski, D-95490 Mistelgau; A. Schäfer, D-71711 Steinheim/Murr; F. Schauer, D-79199 Kirchzarten; J. Schermer, D-12687 Berlin; M. Schiffer, D-88662 Überlingen; B. Schmalfeldt, D-21521 Aumühle; Th. Schmid, D-69198 Schriesheim; R.-G. Schmidt, D-45657 Recklinghausen; G. Scholz, D-73457 Essingen; H.-J. Schreyer, D-56076 Koblenz; P. J. Schüngel, CH-8105 Regensdorf ZH; S. Schuler, D-66346 Püttlingen; M. Senkel, D-85614 Kirchseeon; A. Thiele, D-52066 Aachen; G. Wahl, D-88453 Erolzheim; H.-G. Wefels, D-47239 Duisburg; K. Weisensee, D-63695 Glauburg; H. Wember, D-22587 Hamburg; B. Wichert, D-21629 Neu-Wulmstorf; K. Wiedemer, D-57072 Siegen; M. Ziegler, A-2460 Bruckneudorf; Chr. Zorn, D-70825 Korntal-Münchingen; W. Zumann, D-86163 Augsburg.

Insgesamt 103 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %.