



Zum Nachdenken

Lösung der Aufgabe »Super-Erden bei COROT-7« aus dem Dezember-Heft 2009

Aufgabe 1: Mit Hilfe des dritten keplerschen Gesetzes in der Form $a_{\text{pl}}^3 = P_{\text{pl}}^2 \cdot G \cdot M_*/(4\pi^2)$ folgen die gesuchten Bahnhalbachsen der beiden Exoplaneten COROT-7b und COROT-7c zu:

$$a_b = 2,57 \cdot 10^9 \text{ m} = 0,017 \text{ AE} = 4,25 R_*$$

$$a_c = 6,75 \cdot 10^9 \text{ m} = 0,045 \text{ AE} = 11,15 R_*$$

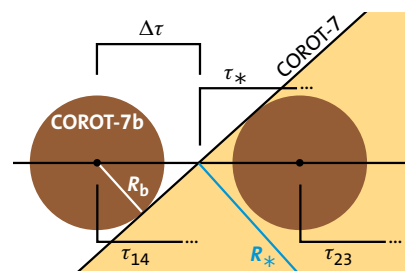
Planet b umkreist COROT-7 demnach im Abstand von nur rund drei Sternradien.

Aufgabe 2: Bei einer zentralen Überquerung der Sternscheibe benötigt Planet b zum Überqueren des Sternrands die Zeit $\tau_b = \frac{1}{2}(\tau_{14} - \tau_{23})$. Mit dem Bahnumfang $U_b = 2\pi a_b$ ergibt sich die Bahngeschwindigkeit zu: $v_b = U_b : P_b = D_b : \tau_b = 219 \text{ km/s}$. Der Durchmesser von COROT-7b folgt daraus zu: $D_b = 1,75 \cdot 10^8 \text{ m} = 13,8 D_{\text{Erde}}$. Dieser Ansatz eines zentralen Transits führt offenbar auf einen viel zu großen Planetendurchmesser. Eine genauere Bestimmung gelingt mit folgender Überlegung: Dazu berechnet man die Strecke D_T , die der Planet vor der Sternscheibe zurücklegt, aus der Zeit $\tau_* = \frac{1}{2}(\tau_{14} + \tau_{23})$, die der Planetenmittelpunkt dafür benötigt: $D_T = \tau_* \cdot v_b = 8,13 \cdot 10^8 \text{ m}$

$= 0,67 D_*$. Dies führt auf einen nichtzentralen Transit, wie ihn die Grafik zeigt. In dieser Näherung wird der Rand von COROT-7 als Gerade behandelt. Nennt man den Abstand der Transitlinie vom Sternmittelpunkt y , so gilt: $y^2 + \frac{1}{4} D_T^2 = R_*^2$. Daraus folgt die Neigung der Bahnebene i des Planeten mit $y = a_b \cos i$ zu $i = 80^\circ$, sehr nahe bei den aus dem Modell von Alain Léger folgenden $80,1^\circ$. Bezeichnet weiter λ den halben Winkel zwischen den Schnittpunkten der Transitlinie mit dem Sternrand vom Sternmittelpunkt aus, so gilt: $\sin \lambda = \frac{1}{2} D_T / R_*$. Andererseits ist $\sin \lambda = R_b / d_{\Delta\tau}$, wobei $d_{\Delta\tau}$ die vom Planeten in der Zeit $\Delta\tau = \frac{1}{2}(\tau_{14} - \tau_{23})$ zurückgelegte Strecke ist: $d_{\Delta\tau} = \Delta\tau \cdot v_b$. Damit folgt der Planetenradius zu: $R_b = \frac{1}{2} d_{\Delta\tau} D_T / R_* = 5,89 \cdot 10^7 \text{ m} = 9,2 R_{\text{Erde}}$ – schon besser, aber immer noch zu groß. Die Ursache liegt in der Randverdunklung von COROT-7. Sie täuscht eine zu flache Absenkung vor und führt dabei auf einen zu großen Planetendurchmesser. Alain Léger und Kollegen geben in ihrer Arbeit die Modelltransitzeit $\tau_{14} = 1,125$ Stunden an, sowie $D_T = 0,71 D_*$. Letzteres

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Heftes finden Sie auf Seite 24.



Ein nichtzentraler Transit führt auf einen im Vergleich zum zentralen Transit kleineren Planetendurchmesser.

ergibt $\tau_{14} = 1,055$ Stunden. Aus diesen Zahlen folgt die rund doppelte Erdgröße.

Aufgabe 3: Die Massen der Planeten folgen zu: $M_b = 2,78 \cdot 10^{25} \text{ kg} = 4,7 M_{\text{Erde}}$ und $M_c = 5,47 \cdot 10^{25} \text{ kg} = 9,16 M_{\text{Erde}}$.

Aufgabe 4: Mit $R_b = 1,68 R_{\text{Erde}}$ ergibt sich: $\rho_b = 5,4 \text{ g/cm}^3$, so wie bei der Erde. AMQ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Lisa Bachmann, Heimbuchenthal; Andrea Blumenhofer, Bayreuth; Ulrike Hellmann, Wuppertal; Eva Ponick, Köln; Birgit Selhofer, A-Wien; Sieglinde Übermayer, A-Weikendorf; Cornelia Wiberg, Werl; Margit Zink, Wendlingen; W. Balzer, Hattlingen; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; K. Beier, Reichling; W. Blendin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; G. Breitkopf, Berlin; H. Bresle, Regensburg; U. Buchner-Eysell, Ettringen; W. Christ, Brigachtal; K. Clausecker, Möckmühl; J. Dewitz, Epenwörden; M. Deye, Bergheim; Chr. Druschke, Vilsbiburg; A. M. Dufter, Inzell; H. Duran, CH-Turgi; W. Dzian, Bad Lippspringe; R. Egger, CH-Wetzikon; J. Ernst, A-Wien; P. Fischer, Falkenstein; G. Forster, Heidelberg; A. Frey, Ginsheim; M. Geisel, Lörrach; J. Glattkowski, Gaggenau; H. Göbel, Lörrach; F. Götz, Gummersbach; K. Grießer, Gengenbach; J. Gruber, Gundelfingen; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Boll; A. Haag, Rodgau; R. Hagelweide, Wörpsweide; J. Haller, Leverkusen; J. Hampp, Erlangen; W. Hauck, Nürnberg; D. Hauffe, Frankfurt am Main; F. Hauser, A-Reith bei Kitzbühl; H. Hauser, Elchingen; M. Hentschel, Rhede; U. Hermann, Bubesheim; A. Heuser, Euskirchen; J. Hingsammer, Altdorf; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; E. Hoffmeister, Bad Honnef; F. Hofmann, Hannover; B. Hubl, A-Nußbach; T. M. Jung, Türkenfeld; S. Kassam, Frankfurt/M.; M. Kaufmann, Wetter; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Sulzbach-Rosenberg; M. Klein, Altdorf; Chr. Klümper, Darmstadt; F.-G. Knell, Hanau; K.-M. Köppl, Krefeld; M. Kretzler, Wilhelmsfeld; O. Kunze, Marburg; H.-P. Lange, Massenhausen; J. Lange, Hamm; M.

Leinweber, Wettenberg; A. Leonhardt, Burgthann; B. Leps, Berlin; R. Lühmann, Allensbach; W. Mahl, Ditzingen; S. Marwinski, Königswinter; P. Matzik, Burscheid; N. Mayer, Berlin; P. Mayer, München; R. Melcher, Karlsruhe; M. Mendl, Grafing b. München; G. Minich, Reppenstedt; K. Mischke, Gärtringen; M. Mook, Bochum; B. Moor, CH-Basel; F. Moser, Duisburg; K. Motl, Geretsried; Chr. Netzel, Aachen; J. Nußbaum, München; M. Otte, Lippstadt; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; H.-P. Patjens, Langwedel; W. Porges, A-Wien; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Prange, Netphen; I. Raap, Königsbrunn; J. Rahm, Münster-Sarmsheim; F. Reinhardt, Fischingen; T. Röser, Korb; E. Rössler, Berlin; K. Rohe, Glonn; D. Sablowski, Mistelgau; A. Schäfer, Steinheim/Murr; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; F. Scherie, Ennepetal; J. Schermer, Berlin; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; J. Schlickeisen, Hamburg; B. Schmalfeldt, Aumühle; Th. Schmid, Schriesheim; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; A. Schmieder, Lüdenscheld; J. Schnichels, Euskirchen; G. Scholz, Essingen; H.-J. Schreyer, Koblenz; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; M. Senkel, Kirchseon; F. Seybold, Augsburg; M. Stecher, Bergisch Gladbach; A. Thiele, Aachen; P. Vogt, Sörrup; G. Wahl, Erolzheim; H.-G. Wefels, Duisburg; K. Weisensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; O. Wolter, Gifhorn; M. Ziegler, A-Bruckneudorf; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen; W. Zumach, Augsburg.

Insgesamt 134 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %

Wer war's im Januar?

Es war Johann Elert Bode (geboren am 19. Januar 1747 in Hamburg, gestorben am 23. November 1826 in Berlin). Sein Vater betrieb in der Hansestadt eine private Kaufmannsschule. Bode wurde in jungen Jahren an den Mathematiklehrer Johann Georg Büsch als Zögling vermittelt. Bei ihm kam Bode mit bekannten Persönlichkeiten wie Klopstock und Matthias Claudius in Kontakt.

Berechnungen blieben Zeit seines Lebens sein wichtigstes Tätigkeitsfeld. Im Sommer 1772 wechselte Bode nach Berlin, wo er als »astronomischer Rechner« an die Akademie der Wissenschaften berufen wurde, an der er mehr als 50 Jahre tätig blieb. Die Herausgabe eines fortlaufenden »Astronomischen Jahrbuchs«, beginnend 1773 mit dem Jahrgang für das Jahr 1776, unternahm Bode in Eigenregie, aber mit finanzieller Unterstützung der Akademie der Wissenschaften.

Die Liste seiner wissenschaftlichen Entdeckungen ist eher kurz: Die (auch nach ihm benannte »Titius-Bodesche Reihe«, die den Abstand der Planeten zur Sonne in einer mathematischen For-

»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 als PDF finden. Ältere Fassungen: → DAS MAGAZIN → Magazin-Archiv → Jahr.

Einsendungen

■ Lösungen werden als Brief, Fax (0 62 21-5 28-2 46) und als PDF an die E-mail-Adresse zum-nachdenken@astronomie-heute.de akzeptiert. ■ Die Redaktion empfiehlt, Namen und Anschrift auf dem Lösungsblatt zu notieren. ■ Lösungen, die nach dem angegebenen Stichtag eintreffen, können leider nicht berücksichtigt werden.

Die 29. Runde

Mit Heft 6/2009 begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2010. Löser mit mindestens neun richtigen Einsendungen nehmen an der Preisverlosung teil. Zu gewinnen sind wieder attraktive Hauptpreise (siehe rechts). Viel Spaß beim Nachdenken! AMQ

Hauptpreis der 29. Runde

Firma Hofheim Instruments, Hofheim, hat erneut ihr **12-Zoll-Leichtbau-Reisedobson** im Wert von 2140 € als Preis ausgelobt. Es 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. www.hofheiminstruments.com



2. Preis

Das transportable **Meade DS 2090** auf seiner GoTo-Montierung hat einen Wert von 399 €. Firma Meade Instruments Europe, Rhede/Westfalen, stiftet das Teleskop mit zwei Super-Plössl-Okularen der Serie 4000. www.meade.de



Johann Elert Bode

mel beschreibt, ging maßgeblich auf den Wittenberger Professor Titius zurück, was Bode erst verzögert einräumte. Größere Beachtung erfuhr das vermeintliche Naturgesetz im Zusammenhang mit der Entdeckung des Zwergplaneten Ceres.

Bode war wegen seiner Theorie von Anfang an überzeugt, dass es sich um einen Hauptplaneten handeln musste: Schließlich vermutete er schon seit Langem einen Planeten zwischen Mars und Jupiter, da die Serie der Abstände, die seine Formel produzierte, hier sonst eine Lücke aufwies. Als Kollegen jedoch Zweifel am Status von Ceres erhoben, geriet die bodesche Theorie ins Wanken. Die Entdeckung der weiteren großen Asteroiden des Gürtels, Pallas, Vesta und Juno, in etwa demselben Abstand zur Sonne wenig später ließ die Theorie vollends ins Abseits rutschen.

Glücklicher für den Berliner Astronomen verlief die Entdeckung des Planeten Uranus durch Herschel im März 1781: Bode war angeblich der erste Astronom in Deutschland, der Uranus beobachten konnte. Bei der Berechnung der Planetenbahn verfiel er auf einen Trick: Er

suchte in Sternkatalogen nach, ob der neue Planet dort bereits vorher fälschlich als Fixstern aufgeführt worden war. Aus den Daten konnte er einen vollen Planetenumlauf rekonstruieren. Auch mit seinem Namensvorschlag Uranus konnte sich Bode letztlich durchsetzen. A. L.



Johann Elert Bode (1747 – 1828) in jungen Jahren

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 12/2009: Verguetung

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

Gewinner aus Heft 12/2009

Gewinnspiel: Kalender »Himmel und Erde 2010«: Karin Heinz, Schöneheide; Tobias Morick, Gleichen; Andreas Dietz, Stadtlauringen. 187 richtige, 10 falsche Einsendungen. Richtige Antwort: 1c, 2b, 3c.

Wer war's: Buch »Digitale Astrofotografie«: Jürgen Glattkowski, Gaggenau; Maria Kreis, Karlstein; Andrea Blomenhofer, Bayreuth. 34 richtige, 2 falsche Einsendungen.

Kreuzworträtsel: 15-mm-Okular von Astroshop.de: Walter Geitz, Röthenbach a. d. Pegnitz. 105 richtige, 2 zu spät eingetroffene Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!