

Sterne, Sonne und der Sinussatz

Ein arabischer Zahlenverwalter

Er hantiert mit sehr großen Gerätschaften und macht damit sehr genaue Beobachtungen. Und da er in einer prosperierenden Buch- und Wissenskultur lebt, weiß man um seine Verdienste noch heute. Warum er sich der Astronomie verschreibt, lässt sich im historischen Rückblick mit verschiedenen Einflussfaktoren begründen: Astronomie und Mathematik sind wichtige Wissensfelder seiner Zeit. Der Gesuchte entstammt angeblich den SABIERN, einer kleinen, weitgehend auf seinen Heimatort begrenzten Religionsgemeinschaft, die Gestirne anbetet. Allerdings lässt der recht lange Name des Astronomen, in den traditionell die Namen diverser Vorfäter einfließen, darauf schließen, dass er selbst gläubiger Muslim ist. Und drittens ist sein Vater wohl ein berühmter Erbauer astronomischer Instrumente. Eines ist der Gesuchte aber vermutlich nicht: ein hochgestellter Adliger, Prinz oder König gar. Das wird

zwar in der westlichen Rezeption gerne behauptet, die landessprachlichen Quellen liefern jedoch keinerlei Hinweis auf eine so gehobene Stellung.

Astrolabium, Sonnenuhren, Quadranten, Gnomon, Armillarsphären – der antike Astronom steckt erhebliche finanzielle Mittel in den Aufbau eines eigenen Observatoriums. Gemäß dem Motto: Größe für Genauigkeit. So empfiehlt er, einzelne Geräte mehr als einen Meter groß zu bauen. Er berechnet das Sonnenjahr bis auf rund zweieinhalb Minuten genau und die Erdneigung ähnlich korrekt.

Seine Messungen sind so präzise, dass sie Jahrhunderte später, als der Westen aus dem Mittelalter aufzuwachen beginnt, die Kollegen dort in Staunen versetzen. Was die Bewegung der Sonne angeht, kommen Tycho Brahe und Nikolaus Kopernikus nicht an ihn heran – und das, wohlgerne, einige Jahrhunderte später. Ein natürlicher

Preisausschreiben: Unter allen Lesern, die den Namen der beschriebenen Persönlichkeit per **E-Mail** an wer-wars@sterne-und-weltraum.de einsenden, verlosen wir ein Exemplar des Buchs »Fotografischer Sternatlas« aus dem Oculum-Verlag. Der Einsendeschluss ist der **5. Mai 2017**.

Standortvorteil – und zwar deutlich weiter im Süden – wird zur Begründung (und eigenen Ehrenrettung?) gern ins Feld geführt. Vermutlich aber ist der Gesuchte nicht nur sehr beschlagen im Beobachten, sondern auch noch äußerst geschickt im Verrechnen seiner Beobachtungsdaten. Denn auch in der Mathematik leistet er Maßgebliches. Er gilt deshalb als Vorzeigefigur jener blühenden Geisteskultur im Osten, die ihr Wissen gen Westen exportiert und damit in Europa ein neues Zeitalter anbrechen lässt.

Das Hauptwerk des Gesuchten, ein astronomisches Handbuch einschließlich astrologischer Auslegungen, wird in immer neuen Anläufen ins Hebräische, Lateinische und Spanische übersetzt, fließt in die Toledaner Tafeln ein und wird unter anderem in Süddeutschland gedruckt. Der Gesuchte vermisst sämtliche Planetenbewegungen neu und katalogisiert Hunderte von Sternen. Kurz nach seinem Tod wird in einem der zeittypischen Überblickswerke über ihn vermerkt, er sei »einer der berühmtesten Beobachter und führender Gelehrter im Bereich der Geometrie, theoretischen und praktischen Astronomie und Astrologie« gewesen.

Doch was er nicht leistet, ist – bei aller selbst gemessenen Genauigkeit – Fehler im damals gängigen astronomischen Standardwerk aufzuzeigen, worüber man sich nur aus der historischen Rücksicht zu wundern vermag. Der Gesuchte selbst jedenfalls vermerkt in seinen Schriften, dass er den Arbeiten von Ptolemäus viel verdanke. Dass der Astronom nicht in jener Stadt stirbt, in der er 40 Jahre lang lebt und beobachtet, liegt an einer Reise nach Bagdad, die er unternimmt und auf deren Rückfahrt er das Zeitliche segnet. Angeblich wollte er in Bagdad einen Streit unter Geschäftsleuten verhandeln.

TINA HEIDBORN

Kreuzwörterzel

Fred Goyke

erhöht die Barlowlinse		Großteleskop in Arizona (Abk.)		zum Sonnenminimum abgeflacht		Asteroid Nr. 6 Schwarzschild...	Instrument am Satelliten Compton		Sternenergie	12
robuster Raumfahrer	4						Asteroid Nr. 111	5		
eins (engl.)		natürlicher Satellit	13					2	Marsvulkan (... Mons)	
		Helium, Oganesson		Mondkrater bei Lomonosov						
	10				Art der Astrofotografie		Wildentenhafen (M...)			1
Asteroid Nr. 92		Jahr (lat.)							Kamera mit Klappspiegel (Abk.)	
Farbe von Asterion				Kanton Waadts Kfz-Zeichen		Elendsviertel (engl. Plural)				
	7									
Kriterium beim Bau von Sternwarten		Radioteleskop in New Mexiko	3			Katalog wechselwirkender Galaxien			Kreiszahl Kfz-Zeichen f. Dresden	
							zwei (lat.)			
Zeitzone der Ostküste der USA	8			Satellitenserie mit Atomuhren			Antennennetzwerk für Raumsonden			6
										9



Unter allen **E-Mails** an kwr@sterne-und-weltraum.de mit dem Lösungswort aus den eingekreisten Buchstaben verlosen wir ein Newton-Spiegelteleskop als Kartonbausatz im Wert von 19,90 €, gestiftet von der Firma AstroMedia, Neustadt/Holstein. Einsendeschluss ist der **5. Mai 2017**.
Viel Spaß beim Knobeln!



Zum Nachdenken

Lösung zu »Gezeitenkraft am Ereignishorizont«
aus SuW 3/2017

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Hefts
finden Sie auf Seite 35.



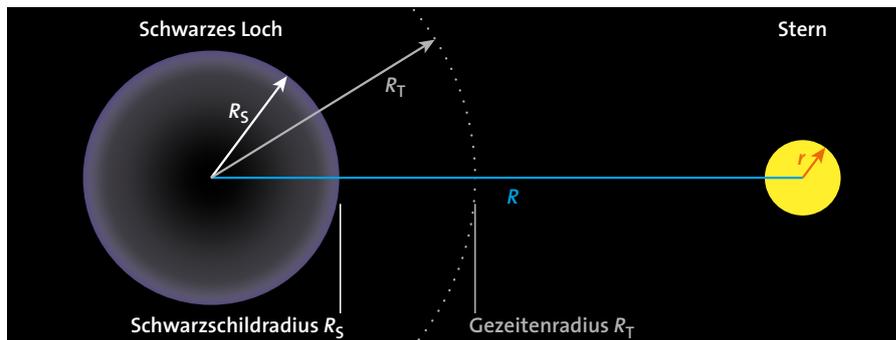
Aufgabe 1: Der Gezeitenradius R_T , ab dem ein Stern mit Radius r eine kleine Masse m an seiner Oberfläche im Gravitationsfeld eines Schwarzen Lochs verliert, lässt sich mit $R = R_T$ durch das Gleichsetzen der Gezeitenkraft $F_G = G M_{BH} m r/R^3$ an der Sternoberfläche und der dortigen Gravitationskraft $F_* = G M_* m/r^2$ des Sterns bestimmen:

$$F_G = G M_{BH} m r/R_T^3 = G M_* m/r^2 = F_*$$

Daraus ergibt sich die gesuchte Gleichung

$$R_T = 3 \sqrt{\frac{M_{BH}}{M_*}} r,$$

die, wie gefordert, nur von der Masse des Schwarzen Lochs M_{BH} , der Sternmasse M_* und dessen Radius r abhängt. Bei Unterschreitung von R_T wird der Stern zerrissen (siehe Grafik).



Aufgabe 2: Für die extrem massereichen Schwarzen Löcher in unserem Milchstraßensystem und ASASSN-15lh ergeben sich bei einem Stern mit Sonnenmasse und -radius die Gezeitenradien:

a) $R_{T,MW} = 1,13 \cdot 10^{11} \text{ m} = 0,75 \text{ AE}$,

b) $R_{T,A15} = 6,46 \cdot 10^{11} \text{ m} = 4,32 \text{ AE}$.

Das entspricht grob den Bahnradien von Venus (0,72 AE) und Jupiter (5,2 AE).

Aufgabe 3: Das Gleichsetzen von Schwarzschildradius und Gezeitenradius $R_T = (M_{BH}/M_*)^{1/3} r = 2 G M_{BH}/c^2 = R_S$ führt direkt auf die gesuchte Hills-Masse:

$$M_H = \sqrt{\frac{r^3 c^6}{8 G^3 M_*}}$$

Für den sonnenähnlichen Stern folgt $M_H = 2,28 \cdot 10^{38} \text{ kg} = 1,14 \cdot 10^8 M_\odot$. AMQ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Andrea Blumenhofer, Küps-Johannisthal; Ilse Blümel, Obertraubling; Anke Keidel, Berlin; Brigitte Lindner, A-Wien; Eva Ponick, Lünen; Selina Schube, Bad Dürkheim; Katrin Stauch, Coswig; Chiara Stobbe, Bovenden; Cornelia Wiberg, Werl; Mathilde Witt, S-Göttingen; Margit Zink, Wendlingen; Astronomie-AG der HEBO-Privatschule Bonn; W. Balzer, Hattingen; H. Baudisch, A-Wien; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Velpke; K. Beier, Reichling; G. Berndt, Erfurt; W. Blendin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; A. Brandenberger, CH-Rorschacherberg; G. Breitkopf, Berlin; K. Clausecker, Künzelsau; E. Compans, Langenau; T. Cremer, Frankfurt; J. Dewitz, Epenwöhrden; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; J. Döblitz, Stuttgart; A. M. Dufter, Inzell; R. Egger, CH-Adetswil; K. E. Engel, Erlangen; M. Fischer, Emskirchen; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; M. Geisel, Lörrach; L. Geldmann, Ganderkesee; H. Gers, Meschede; H. Göbel, Lörrach; F. Götz, Gummersbach; M. Gottschalk, Konstanz; R. Gottsheim, Dortmund; M. Grasshoff, Schongau; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Zell u. A.; R. Guse, Peine; F. Hänel, Freiberg; R. Hagelweide, Worpsswede; J. Haller, Leerkusen; J. Hampp, Erlangen; W. Hauck, Hagen; D. Hauffe, Frankfurt am Main; J. Haun, Bochum; H. Hauser, Ulm; F. Heimerl, Gilching; A. Hermann, Bonn; H.-D. Hettstedt, Isernhagen; A. Heuser, Euskirchen; W. Heydrich, Emmendingen; J. Hingsamer, Altdorf; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; H. Holz, Neuried; A. Huss, Stuttgart; D. Imrich, A-Wien; T. M. Jung, Eurasburg; F. Kaul, Dittelbrunn; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; M. Klein, Altdorf; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; K.-M. Köppl, Krefeld; G. Kottschlag, Siegen; H. Krambeer, Wismar; M. Kretzler, Wilhelmsheld; Ø. Kristiansen, NO-Tonsberg; V. Künzel, Chemnitz; B. Kuhn, Sulzbach/Main; O. G. Kun-

ze, Marburg; H.-P. Lange, Massenhausen; W. Lehmann, Muldestausee; B. Leps, Berlin; R. Lüthmann, Allensbach; M. Luggner, A-Villach; W. Mahl, Ditzingen; B. Matzas, Echting-Dietersheim; P. Matzik, Burscheid; Th. Meisner, Düsseldorf; K. Mischke, Gärtringen; A. Moritz, Ehringshausen; F. Moser, Duisburg; K. Motl, Geretsried; Z. M. Nagel, Mainz; J. Nendwich, A-Wien; Chr. Netzel, Aachen; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; Chr. Petersen, Drochtersen; G. Philipp, Jena; F. Pietsch, Schwülper; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Prange, Netphen; H. Preisinger, Weihmichl/Edenland; B. Quednau, Langenberg; I. Raap, Königsbrunn; J. Rahm, Münster-Sarmsheim; J. Rau, Bovenden; A. P. Rauch, Rosdorf; A. Reinders, Ravensburg; A. Richter, Leonberg-Höfingen; H.-W. Richter, Dortmund; W. Rockenbach, Biefern; E. Rössler, Berlin; K. Rohe, Glonn; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; F. Scherie, Ennepetal; J. Schermer, Berlin; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; A. Schirmer, Munster; B. Schmalfeldt, Aumühle; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; J. Schnichels, Euskirchen; F. Schoemacker, Aachen; G. Scholz, Essingen; J. Schröder, Grevenbroich; E. Schroeder, Norderstedt; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; R. Schuster, Altenkunstadt; W. Schwab, Heidelberg; M. Senkel, Kirchseon; U. Seydel, Niedergörsdorf; G. Spindler, Waldshut-Tiengen; P. Spurny, A-Wien; W. Stammberger, A-Ostermiething; E. Streerowitz, A-Wien; A. Thiele, Aachen; G. Traupe, Lilienthal; F. Treisch, Würzburg; P. Vogt, Sörup; G. Wahl, Erolzheim; A. Wankerl, Maisach; H.-G. Wefels, Duisburg; S. Weidner, Fellbach; Chr. Weis, Scheidegg; K. Weisensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; N. Würfl, Sulzbach; M. Ziegler, A-Wien; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen.

Insgesamt 155 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %

Er war's im April:

Es war Johann Daniel Titius (geboren am 2. Januar 1729 in Konitz, Westpreußen, gestorben am 16. Dezember 1796 in Wittenberg). Titius war ein typischer Naturforscher seiner Zeit, der sich nicht nur mit Astronomie und Wetterbeobachtung beschäftigte, sondern auch mit botanischen Klassifizierungen, Regionalgeschichte und Übersetzungen. Er besuchte das Gymnasium in Danzig und studierte in Leipzig. Vielleicht war es Johann Christoph Gottsched, der einflussreiche Frühaufklärer und Leipziger Professor, der Titius 1756 an die Universität Wittenberg verhalf. Gottsched animierte Titius wohl auch dazu, die Essays von Michel de Montaigne und Rousseaus »Discours sur les sciences et les arts« ins Deutsche zu übersetzen.

In seiner Übersetzung eines Werks des Schweizer Naturforschers Charles Bonnet beschrieb Titius in einer Anmerkung seine Entdeckung einer vermeintlichen Regelmäßigkeit im mittleren Abstand der Planeten zur Sonne. Der Leiter der Berliner Sternwarte, Johann Elert Bode, griff diese Formel auf und verwies erst mit einiger Verspätung

»Zum Nachdenken« im Web

Einige Tage vor der Auslieferung des gedruckten Heftes lässt sich unter www.sterne-und-weltraum.de/aktuell/ das aktuelle »Zum Nachdenken« als PDF finden. Ältere Fassungen: Menü → Archiv → Sterne und Weltraum → Jahrgang → Ausgabe.

Einsendungen

■ Lösungen werden als Brief, Fax (06221 528-377) und als PDF an die E-Mail-Adresse zum-nachdenken@sterne-und-weltraum.de akzeptiert. ■ 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 36. Runde

Mit dem Juni-Heft 2016 begann die aktuelle Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit dieser Ausgabe. Löser mit mindestens neun richtigen Einsendungen nehmen an der Preisverlosung teil. Zu gewinnen sind wieder attraktive Hauptpreise (siehe rechts). Viel Spaß beim Nachdenken! AXEL M. QUETZ

Hauptpreis der 36. Runde

Die Firma Hofheim Instruments hat erneut ihren **12-Zoll-Leichtbau-Reisedobson** im Wert von 2350 Euro als Preis ausgelobt. Das aufgebaute Teleskop besitzt eine Masse von zwölf Kilogramm. Es lässt sich für die Reise 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 Gerät ist stabil und solide aus Aluminium, Edelstahl und Birke-Multiplexholz gefertigt und kann für das bequeme Aufsuchen von Objekten am Nachthimmel auch mit drahtlosen, digitalen Teilkreisen ausgestattet werden. www.hofheiminstruments.com



2. Preis

Das BRESSER Messier AR-127L/1200 Hexafoc EXOS-2/EQ5 ist ein klassischer Fraunhofer-Refraktor mit dem Öffnungsverhältnis $f/9,4$. Mit dabei: Rohrschellen mit Tragegriff, Kamerahalterung, 1,25-Zoll-Zenitspiegel, 8×50-Sucher, Edelstahlrohr-Stativ. Gestiftet von Fa. Bresser GmbH, Rhede, Westfalen. www.bresser.de

Johann Daniel Titius

auf die Autorschaft des Kollegen. Heute ist sie als Titius-Bode-Reihe bekannt. Sie beschreibt mittlere Planetenabstände zur Sonne recht genau, auch wenn man heutzutage darin keine physikalische Gesetzmäßigkeit mehr sieht. Zwischen Mars und Jupiter vermutete Titius bis dato unentdeckte Monde beider Planeten, während nachfolgende Astronomen dort nach einem weiteren Planeten suchten,

letztlich aber auf den Asteroidengürtel stießen.

Obwohl Johann Daniel Titius Mitglied verschiedener Naturforscher-Gesellschaften war, sich mit Wärmemessung, Elektrizität, Benennung von Botanik sowie der Geschichte Westpreußens als auch der Wittenberger Stadtgeschichte befasste und als Professor für Mathematik und Physik wirkte, wäre er wohl heutzutage in Vergessenheit geraten, hätte nicht der Astronom Bode seine Formel populär gemacht. Zu Lebzeiten aber war Titius ein bekannter Gelehrter, der sogar ein »Wittenberger Wochenblatt zur Aufnahme der Naturkunde und des oeconomischen Gewerbes« ins Leben rief.

Er starb im Dezember 1796 in jener Kleinstadt, die durch den Thesenanschlag Martin Luthers knapp drei Jahrhunderte zuvor Weltgeltung erlangt hatte. Der Schriftsteller Berthold Auerbach setzte Titius ein literarisches Denkmal in seiner Erzählung »Der Blitzschlosser von Wittenberg«: Als angeblich erstem Anbringer eines Blitzableiters in Deutschland, und zwar an seinem Haus in der Collegienstraße.

T.H.



Johann Daniel Titius (1729–1796)

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 3/2017: Bildrotation

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

Gewinner aus Heft 3/2017

Gewinnspiel: Buch »Aufbruch ins All«:

Sabrina Zander, 65779 Kelkheim.

266 richtige, 9 falsche Einsendungen.

Lösung: 1b, 2c, 3c.

Wer war's?: Buch »Lift off«: Daniel Weishäupl, 72070 Tübingen. 110 richtige, 1 falsche Einsendung.

Kreuzworträtsel: Das Tisch-Planetarium von AstroMedia: Dorothee Mester, 50859 Köln. 132 richtige, 2 falsche Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!