



# Zum Nachdenken

## Lösung der Aufgabe »Gammablase-Speisung« aus dem Januar-Heft 2011

**Aufgabe 1:** Die Leuchtkraft der Gammablase in Einheiten der Sonnenleuchtkraft  $L_{\odot}$  beträgt:

$$L_{\text{Blase}} = 2,5 \cdot 10^{40} \text{ GeV/s} \cdot \frac{L_{\odot}}{3,846 \cdot 10^{26} \text{ W}} = 10400 L_{\odot}$$

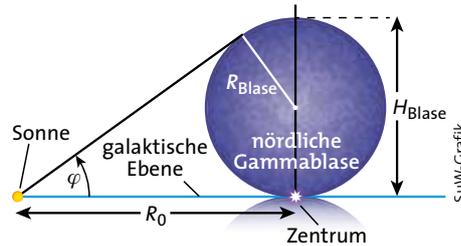
Dies entspricht etwa der Leuchtkraft eines B2-Hauptreihensterns, allerdings in einer komplett unterschiedlichen Region des elektromagnetischen Spektrums.

**Aufgabe 2:** Die Größe der als kugelförmig angenommenen Blase senkrecht zur galaktischen Ebene  $H_{\text{Blase}}$  lässt sich aus der Grafik ablesen. Es gilt zunächst:

$$R_{\text{Blase}} = R_0 \tan(\varphi/2) = 3,96 \text{ pc}$$

Damit folgt:

$$H_{\text{Blase}} = 2 R_{\text{Blase}} = 7,93 \text{ pc}$$



Vom Ort der Sonne aus erscheint die Gammablase unter dem Winkel  $\varphi$ .

Das dynamische, aus der Kinematik abgeleitete Alter  $t_{\text{Blase}}$  der Blase ergibt sich mit der Geschwindigkeit des Gases zu:

$$t_{\text{Blase}} = H_{\text{Blase}}/v_{\text{Gas}} = 2,45 \cdot 10^{14} \text{ s} = 7,75 \text{ Mio. Jahre.}$$

Vor dieser Zeit war unser Milchstraßenzentrum demnach für eine Weile ein aktiver galaktischer Kern.

### ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Heftes finden Sie auf Seite 28.



**Aufgabe 3:** Geht man davon aus, dass die Gammablase nur zu zehn Prozent von dem heißen 2-keV-Gas erfüllt sind, so lässt sich das mit dem Füllfaktor  $q = 0,1$  berücksichtigen. Das effektive Volumen der Blase ist dann  $V_{\text{Blase}} = q \cdot (4 \pi/3) \cdot R_{\text{Blase}}^3$ . Die gesuchte, in einer Blase steckende Gesamtenergie  $E_{\text{Blase}}$ , folgt damit zu:

$$E_{\text{Blase}} \approx V_{\text{Blase}} \cdot n_{\text{Gas}} \cdot E_{\text{Gas}} = 2,46 \cdot 10^{48} \text{ J.}$$

**Aufgabe 4:** Die gesuchte Strahldauer des Schwarzen Lochs bei einer Leuchtkraft von  $L_{\text{SL}} = 10^{36} \text{ W}$  zur Erreichung der Gesamtenergie  $E_{\text{Blase}}$  liegt bei:

$$t_{\text{SL}} = E_{\text{Blase}}/L_{\text{SL}} = 2,46 \cdot 10^{12} \text{ s} = 77800 \text{ Jahre.}$$

Ein 50-Sonnenmassen-Stern könnte demnach ausreichen. AMQ

## Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Andrea Blomenhofer, Redwiz a. d. Rodach; Sina Gers, Meschede; Birgit Selhofer, A-Wien; Katrin Stauch, Coswig; Margit Zink, Wendlingen; S. Albrecht, Ludwigshafen; W. Balzer, Hattlingen; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Beckmann, Weyhausen; K. Beier, Reichling; J. Birke, Handeloh; W. Blendin, Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, Augsburg; G. Breitkopf, Berlin; H. Bresele, Steinach; R. Burgmeier, Regensburg; R. Burgstaller, CH-Niederteufen; W. Christ, Brigachtal; K. Clausecker, Möckmühl; E. compans, Langenau; M. Deye, Bergtheim; J. Döblitz, Stuttgart; E. Donde, Bad Fallingbostal; A. M. Dufter, Inzell; H. Duran, CH-Turgi; M. Ebert, Erding; E. Edler v. Malyevacz, Korntal-Münchingen; R. Egger, CH-Wetzikon; E. Erhardt, Jülich; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; L. Geidmann, Ganderkesee; M. Geisel, Lörrach; J. Glattkowski, Gaggenau; H. Göbel, Lörrach; F. Götz, Gummersbach; M. Grasshoff, Schongau; J. Gruber, Gundelfingen; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Bad Boll; R. Guse, Peine; A. Haag, Rodgau 6; R. Hagelweide, Worpsswede; J. Haller, Leverkusen; J. Hampp, Erlangen; W. Hauck, Nürnberg; D. Hauffe, Frankfurt am Main; J. Haun, Bochum; F. Hauser, A-Reith bei Kitzbühl; H. Hauser, Elchingen; U. Hermann, Bubesheim; A. Heuser, Euskirchen; J. Hingsammer, Altdorf; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; E. Hoffmeister, Bad Honnef; F. Hofmann, Hannover; B. Hubl, A-Nußbach; Th. Inghoff, Staufenberg; 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; H. Knopf, Baden-Baden; K.-M. Köppl, Krefeld; H. Krambeer, Wismar; M. Kretzler, Wilhelmsfeld; O. Kunze, Marburg; P. Lampl, A-Bad Gleichenberg; H.-P. Lange, Massenhäuser; J. Lange, Hamm; M. Meinweber, Wettenberg; A. Leonhardt, Burgthann; B. Leps, Berlin; S. Loibl, Regensburg; R. Lühmann, Allensbach;

W. Mahl, Ditzingen; S. Marwinski, Königswinter; P. Matzik, Burscheid; N. Mayer, Berlin; P. Mayer, Höslwang; M. Mendl, Grafing b. München; G. Minich, Reppenstedt; K. Mischke, Gärtringen; M. Mook, Bochum; B. Moor, CH-Basel; A. Moritz, Ehringshausen; F. Moser, Duisburg; R. Moser, W-Landshut; K. Motl, Geretsried; Chr. Netzel, Aachen; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; Chr. Petersen, Drochtersen; J.-F. Pittet, Weyarn; W. Porges, A-Wien; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Prange, Netphen; H. Preisinger, Weihmichl / Edenland; J. Rahm, Münster-Sarmsheim; K. Rechthaler, A-Wien; A. Reinders, Ravensburg; F. Reinhardt, Fischingen; Th. Reitemann, Augsburg; F. Remmers, Großenaspe; Chr. Riewenherm, Leverkusen; K. Rohe, Glonn; Th. Sänger, Lörrach; A. Schäfer, Steinheim/Murr; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; F. Scherie, Ennepetalb; J. Schermer, Berlin; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; J. Schlickeisen, Hamburg; S. Schlundt, Kiel; B. Schmalfeldt, Aumühle; Th. Schmid, Schriesheim; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; J. Schnichels, Euskirchen; G. Scholz, Essingen; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; O. Schwarz, Prien am Chiemsee; M. Senkel, Kirchseeon; U. Seydel, Langenlispdorf; R. Spurny, A-Wien; M. Stecher, Bergisch Gladbach; S. Steuck, Düsseldorf; K. Strauß, Ingolstadt; E. Streeruwitz, A-Wien; M. Ströhmer, Mittenwalde; G. Teichmann, Ilmenau; A. Thiele, Aachen; R. Thiemann, A-Wels; P. Vogt, Sörup; G. Wahl, Erolzheim; H.-G. Wefels, Duisburg; S. Weidner, Fellbach; K. Weisensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; K. Wiedemer, Siegen; S. Wolf, Langenau; N. Würfl, Salzburg; M. Ziegler, A-Bruckneudorf; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen; W. Zumach, Augsburg; A. Hilger, Aachen.

Insgesamt 157 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %

## Wer war's im Februar?

Es war Henrietta Swan Leavitt (geboren am 4. Juli 1868 in Lancaster, Massachusetts, gestorben am 21. Dezember 1921 in Cambridge, Massachusetts). Leavitt besuchte das Radcliff College, das damals als »Society for the Collegiate Instruction of Women« firmierte und beendete diese Ausbildung 1892. Im Jahr 1895 begann sie zunächst als freiwillige Hilfskraft am Harvard College Observatory zu arbeiten. Es stand unter der Leitung von Edward Charles Pickering, der damals den Himmel fotografisch durchforsten ließ. Wie viele Astronominen ihrer Zeit wurde Leavitt im Rahmen einer umfassenden Helligkeitsbestimmung der bekannten Sterne unter anderem mit dem Katalogisieren von Veränderlichen betraut, ab 1902 in Festanstellung. Erst sehr viel später übernahm sie die Leitung der Abteilung. Im Rahmen ihrer fotometrischen Arbeiten entwickelte die Astronomin den »Harvard-Standard«, den das »International Committee of Photographic Magnitudes« umgehend im Jahr 1913 als Standardmaß anerkannte.

## »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: → 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](mailto: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 30. Runde

Im Juni-Heft begann die aktuelle Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Aufgabe im Mai-Heft 2011. 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 30. Runde

Die Firma Hofheim Instruments, Hofheim, hat erneut ihren **12-Zoll-Leichtbau-Reise-dobson** im Wert von 2140 € als Preis ausgelobt. Als Weiterentwicklung seines Vorgängers weist dieses Gerät eine deutlich verbesserte Stabilität auf. 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](http://www.hofheiminstruments.com)



## 2. Preis

Beobachtungsergebnisse der besonderen Art gestattet das **14-Millimeter-Weitfeldokular** mit 100 Grad Gesichtsfeld und Stickstofffüllung von Explore Scientific im Wert von 439 Euro, gestiftet von Fa. Meade Instruments Europe, Rhede, Westfalen. [www.meade.de](http://www.meade.de)

## Henrietta Swan Leavitt

Weitaus bedeutender waren jedoch theoretische Überlegungen, die Leavitt ab 1908 publizierte: Bei ihrer Untersuchung veränderlicher Sterne in der Kleinen Magellanschen Wolke fiel der Astronomin eine Korrelation zwischen der Helligkeit eines Sterns und seiner Pulsationsdauer auf, die so genannte »Perioden-Leuchtkraft-Beziehung« der Delta-Cepheiden. Im Jahr 1912 veröffentlichte Leavitt ihre Beobachtung. Die Idee hatte weitreichende Folgen für die Entfernungsmessung: War die Entfernung eines Cepheiden bekannt, dann ließ sich seine Pulsationsdauer mit seiner absoluten Helligkeit in Verbindung bringen. Im Anschluss konnte man bei anderen Cepheiden durch Messung deren Pulsationsdauer auf deren Entfernung zurückschließen. Dies versuchte Ejnar Hertzsprung bereits ein Jahr später, indem er die Entfernung zu Cepheiden in unserer Milchstraße maß. Auch Edwin Hubble griff auf die Vorarbeit Leavitts zurück.

Die Anerkennung ihrer wissenschaftlichen Leistung war ihr zu Lebzeiten nicht vergönnt: Ihr Chef William Pickering förderte seine weibliche Mitarbeiterin nicht

und speiste sie mit den Hilfsarbeiten ab. Der schwedische Mathematiker Gösta Mittag-Leffler wollte die Astronomin für den Physik-Nobelpreis 1926 vorschlagen, erfuhr bei der Gelegenheit jedoch, dass Henrietta Leavitt Ende des Jahres 1921 gestorben war. A.L.



public domain

**Henrietta Swan Leavitt, die unglückliche Entdeckerin der Perioden-Leuchtkraft-Beziehung.**

## Kreuzwörtertsel

Lösung aus SuW 1/2011: Winterhimmel

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

## Gewinner aus Heft 1/2011

**Gewinnspiel:** Poster »Das astronomische Jahr 2011«: Diether Schmidt, 22609 Hamburg; Helmut Steinle, 85748 Garching; Rolf Schlee, 66386 St. Ingbert. Insgesamt 112 richtige Einsendungen und 37 falsche. Richtige Antwort: 1b, 2a, 3c.

**Wer war's:** Buch »Ahnerts Astronomisches Jahrbuch 2011«: Georg Bauer, 82490 Farchant; Helmut Fischer, A-7132 Frauenkirchen; Hartmut Prange, 57250 Netphen. Insgesamt 71 richtige Einsendungen, davon zwei falsch.

**Kreuzwörtertsel:** *Kopernikus-Planetarium* von AstroMedia: Joachim Brauchle, 88161 Lindenberg. 88 richtige Einsendungen. *Herzlichen Glückwunsch!*