



Zum Nachdenken

Lösung zu »Wasserstoffwolken-Exodus«
aus SuW 3/2019

Aufgabe 1: Aus dem Winkeldurchmesser $\delta_{cl} = 2\varrho_{cl} = 0,524^\circ$ der Wasserstoffwolke (kurz: G357.5) folgt ihr Winkelradius zu $\varrho_{cl} = 0,262^\circ$. Bei der Entfernung zur Erde von $D_{cl} = 9,29$ kpc ergibt sich daraus der wahre Radius

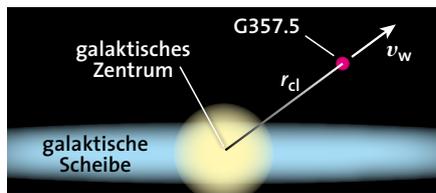
$$R_{cl} = D_{cl} \tan \varrho_{cl} = 1,31 \cdot 10^{18} \text{ m} = 42,5 \text{ pc.}$$

Dies entspricht einem Wolkendurchmesser von rund 277 Lichtjahren.

Aufgabe 2: Unter der Annahme einer sphärischen Form hat die Wolke das Volumen $V_{cl} = (4\pi/3) R_{cl}^3$. Die Masse der Wolke ist dann:

$$M_{HI} = n_{HI} m_H V_{cl}$$

Mit der Masse $m_H = 1,674 \cdot 10^{-27}$ kg eines Wasserstoffatoms und der Anzahldichte



$n_{HI} = 21,27 \text{ cm}^{-3}$ in der Wasserstoffwolke ergibt sich daraus:

$$M_{HI} = 3,36 \cdot 10^{35} \text{ kg} = 169\,000 M_\odot.$$

Aufgabe 3: Wenn sich die Bewegung der Wasserstoffwolken durch den vom galaktischen Zentrum entströmenden Wind erklären lässt, dann kann man von dessen Geschwindigkeit $v_w = 330$ km/s ausgehen. Da die betrachtete Wolke G357.5 zum galaktischen Zentrum die Distanz $r_{cl} = 1,45$ kpc hat, ergibt sich bei konstanter Be-

ZUM NACHDENKEN

Die Aufgabe dieses Hefts finden Sie auf Seite 20.



wegung das gesuchte kinematische Alter zu (siehe Grafik):

$$t_{cl} = r_{cl}/v_w = 1,36 \cdot 10^{14} \text{ s} = 4,3 \text{ Millionen Jahre.}$$

Aufgabe 4: Die Gasflussrate \dot{M} ist der Quotient aus Gesamtmasse der Wasserstoffwolken $M_{HI,tot}$ und konstanter Strömungsdauer τ . Mit $M_{HI,tot} = 10^6 M_\odot$ und $\tau = 10^7$ Jahre folgt:

$$\begin{aligned} \dot{M} &= M_{HI,tot}/\tau \\ &= 6,3 \cdot 10^{21} \text{ kg/s} \\ &= 0,1 M_\odot/\text{a.} \end{aligned}$$

In den eingesandten Lösungsblättern fanden sich mehrere Veranschaulichungen dieses Werts: So entspricht die Abströmrate von einer zehntel Sonnenmasse pro Jahr fast vier Erdmassen pro Stunde oder fünf Mondmassen pro Sekunde. AMQ

Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Elisabeth Arnold, Essenbach; Ilse Blümel, Obertraubling; Katharina Huber, Zangberg; Brigitte Lindner, A-Wien; Eva Ponick, Lünen; Eva Spomer, Wetzlar; Katrin Stauch, Coswig; Cornelia Wiberg, Werl; Astro-AG am Otto-Hahn-Gymnasium, Göttingen; W. Balzer, Hattungen; H. Baudisch, A-Wien; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bechmann, Velpke; K. Beier, Reichling; I. Bischoff Montenegro, Karlsruhe; W. Blendin, Hünfelden-Kirberg; A. Braig, Lappersdorf; A. Brandenberger, CH-Rorschacherberg; G. Breitkopf, Berlin; T. Brietzke, Freiburg; R. Burgmeier, Regensburg; S. Christlmeier, Aschau am Inn; R.-R. Conrad, Hannover; T. Cremer, Frankfurt; A. Dannhauer, Ilsenburg; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; J. Döblitz, Stuttgart; H. Fischer, A-Frauenkirchen; M. Fischer, Emskirchen; P. Fischer, Falkenstein; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; E. Franz, Kleinwallstadt; M. Geisel, Lörrach; H. Gers, Meschede; J. Glatkowski, Dielheim; H. Göbel, Lörrach; F. Götzke, Gummersbach; M. Gottschalk, Konstanz; M. Grasshoff, Schongau; G. Grauf, Augsburg; K. Grießer, Gengenbach; J. Th. Grundmann, Bremen; A. Güth, Zell u. A.; R. Guse, Peine; F. Hänel, Freiberg; J. Haller, Leverkusen; J. Hampp, Erlangen; W. Hauck, Hagen; D. Hauffe, Frankfurt am Main; J. Haun, Bochum; H. Hauser, Ulm; F. Heimerl, Gilching; H.-D. Hettstedt, Isernhagen; W. Heydrich, Emmendingen; J. Hingsammer, Altdorf; L. Hitzky, L-Walferdange; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; E. Hoffmeister, Bad Honnef; F. Hofmann, Hannover; Chr. Hollenbeck, Mönchengladbach; H. Holz, Neuried; C. Isenberg, Regensburg; T. M. Jung, Eurasburg; M. Kaschke, Oberkochen; F. Kaul, Dittelbrunn; J. E. Keller, Ketsch; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; M. Klein, Altdorf; N. Klingler, CH-Oerlingen; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; M. Kobusch, Wendeberg; A. Koch, Berg; K.-M. Köppl, Krefeld; H. Krambeer, Wismar; B. Kuhn, Sulzbach/Main; G. Kurnert, Chemnitz; N. Kunte, Wildeshausen; O. G. Kunze, Marburg; B. Lackschewitz, Göttingen;

H.-P. Lange, Massenhausen; J. Lange, Hamm; W. Lehmann, Muldestausee; R. Lühmann, Allensbach; P. Matzik, Burscheid; J. May, Köln; Th. Meisner, Immenstaad; R. Melcher, Bad Schönborn; G. Minich, Reppenstedt; N. Moebs, Stuttgart; F. Morherr, Dresden; A. Moritz, Ehringshausen; F. Moser, Duisburg; K. Motl, Geretsried; A. Münch, Alteglofheim; Z. M. Nagel, Mainz; J. Nendwich, A-Wien; Chr. Netzel, Aachen; L. Neumann, Halle; M. Noga, Walldorf; E. Nowotny, Konstanz; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; Chr. Petersen, Drochtersen; G. Philipp, Jena; F. Pietsch, Schwülper; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Preisinger, Weimichl/Edenland; J. Rahm, Bingen; A. P. Rauch, Rosdorf; H. Reich, München; A. Reinders, Ravensburg; A. Richter, Leonberg-Höfingen; H.-W. Richter, Dortmund; W. Rockenbach, Biebrich; K. Rohe, Glonn; A. Sauerwald, Bottrop; F. Schauer, Kirchzarten; F. Scherie, Ennepetal; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; A. Schirmer, Munster; S. Schlundt, Kiel; B. Schmalfeldt, Aumühle; P. Schmid, Pfintzal; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; J. Schnichels, Euskirchen; G. Scholz, Essingen; H.-J. Schreyer, Kehlbach; J. Schröder, Grevenbroich; E. Schroeder, Norderstedt; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; R. Schuster, Altenkunstadt; W. Schwab, Heidelberg; Th. Selmaier, Oberteuringen; M. Senkel, Kirchseon; D. Siefert, Hameln; M. Sipahi, Hameln; O. Slawitzki, Nürnberg; R. Spurny, A-Wien; R. E. Stranzbach, Witten; E. Streeruwitz, A-Wien; A. Thiele, Aachen; K. F. Thomsch, Hamminkeln; R. Troppmann, Bamberg; P. Vogt, Sörup; G. Wahl, Erolzheim; A. Wankerl, Maisach; M. Watzdorf, München; H.-G. Wefels, Duisburg; S. Weidner, Fellbach; Chr. Weis, Scheidegg; G. Weisensee, Glauburg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; L. Wiest, Walldorf; Ph. Wojaczek, Bonn; N. Würfl, Sulzbach; C. Zille, Georgenberg; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen.

Insgesamt 165 Einsendungen

Er war's im April:

Es war Jost Bürgi – geboren am 28. Februar 1552 in Lichtenstein im Toggenburg, Kanton St. Gallen, gestorben am 31. Januar 1632 in Kassel. Der Uhrmacher, Mathematiker und Astronom Bürgi stammte aus einem 400-Seelen-Dorf, seine formale Schulbildung war gering.

Ab 1579 arbeitete Bürgi als Uhrmacher und Instrumentenbauer am Hof des Landgrafen Wilhelm IV. von Hessen-Kassel. Bürgi machte für ihn astronomische Beobachtungen und baute zahlreiche Messinstrumente, hochpräzise Uhren sowie kunstvolle Globen, etwa seinen ebenfalls uhrwerkbetriebenen »Zürcher Himmelsglobus« von 1594, der 1026 Sterne anzeigte, deren Positionen Bürgi selbst gemessen hatte. Die Zeitmessung verbesserte er durch den Bau sekunden genauer Uhren: Im Jahr 1585 konstruierte er eine Uhr mit einem separaten Sekundenzeiger.

Im Jahr 1603/4 wechselte der Schweizer von Kassel an den Prager Hof von Kaiser Rudolf II. Hier arbeitete er als Hofuhrmacher mit eigener Werkstatt eng mit dem Hofastronomen Johannes Kepler zusammen: Er half Kepler nicht nur

»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 auf dem Lösungsblatt zu notieren. ■ Lösungen, die nach dem angegebenen Stichtag eintreffen, können leider nicht berücksichtigt werden.

Beginn der 38. Runde

Mit dem Juni-Heft 2018 begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2019. 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 38. Runde

Die Firma Hofheim Instruments mit Sitz in Diez an der Lahn hat erneut ihren **12-Zoll-Leichtbau-Reisedobson** im Wert von 2350 € als Preis ausgelobt. Das aufgebaute Teleskop besitzt eine Masse von lediglich zwölf Kilogramm. Es ist stabil und solide aus Aluminium, Edelstahl und Birke-Multiplexholz gefertigt und lässt sich für die Reise ganz leicht zerlegen. Im Transportzustand füllt der leistungsstarke 12-Zoll-f/5-Newton in Gitterbauweise auf seiner klassischen Dobson-Montierung zwei handliche Trageboxen. Der Gewinner erhält aus dem umfangreichen Zubehörprogramm zusätzlich einen Leuchtpunktsucher, einen 1,25-Zoll-Adapter sowie einen Laser-Kollimator. www.hofheiminstruments.com



2. Preis

Explore Scientific GmbH aus Rhede, Westfalen, stiftet die 92°-Okularserie mit 12 und 17 mm Brennweite im Wert von 878 €. Die 92°-Okulare bieten eine ausgezeichnete Randschärfe auch bei schnellen Optiken und ein riesiges Gesichtsfeld. Mit dem großzügigen Augenabstand von 20 und 22 mm lässt sich das gesamte Gesichtsfeld auch mit Brille problemlos überblicken. Abbildungsqualität, Kontrast, Beobachtungskomfort und Langlebigkeit suchen ihresgleichen und garantieren ermüdungsfreies Beobachten. Die Okulare sind wasserdicht versiegelt. Das garantiert viele Jahre ungetrübt Beobachtungsfreude. www.bresser.de



Jost Bürgi

bei praktischen Beobachtungen, sondern vor allem durch die (Weiter-)Entwicklung mathematischer Berechnungsmethoden. Kepler bezeichnete ihn wohl als seinen »Lehrer« und nutzte dessen Sinusberechnungsmethoden und Logarithmentafeln. Auch für Keplers Berechnungen der (elliptischen) Marsbahn lieferte Bürgi die verbesserten mathematischen Grundlagen. Im Jahr 1631 kehrte Bürgi endgültig an den Kassler Hof zurück.

Jost Bürgi war eine bekannte und berühmte Persönlichkeit. 1609 erhob ihn Rudolf II. für seine Verdienste in den Adelsstand. Seine mathematischen und astronomischen Leistungen konnten allerdings nur wenige Vertraute richtig einschätzen, denn Jost Bürgi veröffentlichte zum Beispiel seine mathematischen Methoden kaum.

Erst 1620 und so mit großer zeitlicher Verspätung veröffentlichte er in Prag seine Tafeln als »Arithmetische und geometrische Progresstabulen«. Bürgi sprach kein Latein, und diesem Defizit verdankt der deutsche Sprachraum immerhin eine sehr frühe Übersetzung von Nikolaus Kopernikus Hauptwerk »De revolutionibus orbium coelestium«.

Im Jahr 2013 entdeckte der Mathematikhistoriker Menso Folkerts in einem polnischen Universitätsarchiv die bis dahin verschollen geglaubte Abhandlung »Fundamentum Astronomiae«, die Jost Bürgi 1592 Kaiser Rudolf II. übergeben hatte. Dieser Fund belegte einmal mehr die große Bedeutung des Schweizer Gelehrten auch für die astronomische Wissenschaft. TINA HEIDBORN



Jost Bürgi (1552–1632) war Astronom, Hofuhmacher und Mathematiker.

Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 3/2019: Ultima Thule

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

Gewinner aus Heft 3/2019

Gewinnspiel: Buch »Das Geheimnis der Quantenwelt«: Claudio Pavone, 71732 Tamm. 218 richtige, 9 falsche Einsendungen. Lösung: 1c, 2a, 3b.

Wer war's?: Buch »Das hässliche Universum«: Nora Schulze, 04277 Leipzig. 134 richtige, 5 falsche Einsendungen.

Kreuzworträtsel: Notizbuch *Nobelpreis* von Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH: Rolf Münch, 93087 Alteglofsheim. 162 richtige, 2 falsche Einsendungen.

Herzlichen Glückwunsch!