

# Die Hälfte aller Gehirne steckt in Frauen

## Das Verhältnis unseres Wissens zu unserem Nichtwissen

Ihr Interesse für Astronomie erwacht im Bett: Sie beobachtet als Kind die Sterne durchs Fenster. Mit 14 Jahren baut sie dann mit väterlicher Hilfe ein eigenes Teleskop aus Pappkarton, und auf den Spuren einer der weltweit ersten Astronomieprofessorinnen studiert sie schließlich an einem Frauencollege. Nach dem Bachelor in Astronomie muss sie umplanen, denn in Princeton sind Frauen noch nicht zum Astronomiestudium zugelassen. Ihre Karriere in der Astronomie startet sie daher anderswo, und den Nobelpreis bekommen am Ende auch andere – obwohl sie selbst bis zu ihrem Tod immer wieder als aussichtsreiche Anwärtlerin gehandelt wird.

Ihr ganzes Berufsleben widmet sie der beobachtenden Astronomie, auf einem steinigen Karriereweg: Sie heiratet mit Anfang 20 einen Physiker und bekommt vier Kinder. Viele ihrer Universitätskurse hält sie in den Abendstunden, wenn

ihre Eltern die Kinder hüten. Derweil wartet ihr Ehemann im Auto, um sie danach nach Hause zu fahren, denn sie selbst fährt nicht. Doch sie wird die erste Frau, die am Observatorium auf dem Mount Palomar Beobachtungszeit bekommt. Dort ist man auf Frauen nicht eingestellt, es gibt nur Herrentoiletten, wodurch sich die Gesuchte jedoch nicht abschrecken lässt: angeblich schnippelt sie aus Papier ein Kleidchen und stülpt es einfach der Männerfigur an der Toilettentür über – fertig ist die Damentoilette.

In einem ihrer ersten Paper, das sie zusammen mit ihren Studenten vor 60 Jahren, 1962, veröffentlicht, wertet sie Messungen aus, die belegen, dass die Rotationsgeschwindigkeit zu den Rändern unserer Galaxis hin nicht abfällt, wie man es nach den keplerschen Gesetzen erwarten würde. Das überrascht nicht nur die Community, sondern auch sie selbst –

**Preisausschreiben:** Unter allen Einsendern, die den Namen der beschriebenen Persönlichkeit per E-Mail an [wer-wars@sterne-und-weltraum.de](mailto:wer-wars@sterne-und-weltraum.de) schicken, verlosen wir ein Exemplar des Sachbuchs »Von der Vermessung des Kosmos« aus dem Franckh-Kosmos Verlag Stuttgart. Einsendeschluss ist der **8. April 2022**. Bitte beachten Sie unsere Teilnahmebedingungen auf Seite 18!

ganz allmählich: »Ich denke, ich habe das nur langsam kapiert. Ja, irgendwann war ich dann überrascht. Klar.« Erst in den 1970er Jahren wird die Entdeckung zu einem der ersten Belege dafür, dass das, was man im All zu sehen bekommt, nicht alles sein kann.

Die Gesuchte kann ihre Beobachtung in den darauffolgenden Jahren sehr gut untermauern, denn sie vermisst zusammen mit einem Kollegen die Rotationskurven anderer Galaxien, angefangen mit Andromeda. Überall findet sie die charakteristischen »flachen Rotationskurven«. Ihre Messungen basieren auf Spektrometrie im sichtbaren Licht und nicht, wie sonst üblich, auf Radiowellen.

Die Erklärung, ein Halo aus Dunkler Materie um den Galaxienkern, stützt die Hypothese des Schweizer Astronom Fritz Zwicky, der Anfang der 1930er Jahre die Existenz von unsichtbarer Materie aufgebracht hatte. »In einer Spiralgalaxie ist das Verhältnis von Dunkler Materie zu sichtbarer Materie in etwa eins zu zehn. Das ist vermutlich auch ein ganz guter Faktor, um das Verhältnis unseres Wissens zu unserem Nichtwissen zu beschreiben«, schreibt die Astronomin schließlich in einer ihrer Arbeiten.

Statt eines Nobelpreises bekommt sie – als zweite Frau nach Caroline Herschel – im Jahr 1996 die Goldmedaille der Royal Astronomical Society. Und als etablierte Astronomin setzt sie sich dann zunehmend gegen die Diskriminierung von Frauen in ihrer Wissenschaft ein: So ruft sie angeblich die Organisatoren von Konferenzen im Vorfeld an, wenn keine oder nur sehr wenige Frauen vertreten sind, und macht darauf aufmerksam. »Die Hälfte aller Gehirne stecke in Frauen«, wird sie gern zitiert.

TINA HEIDBORN

## Kreuzworträtsel

Fred Goyke

Hauptstern im Sternbild Schwan	Gründer von SuW (Hans)	Hadars Sternbild (int. Abk.)			Raumfahrt-pionier (Hermann)	Sternbild Kepheus (int. Abk.)		Nordstern		Stern im Sternbild Kiel des Schiffs	Gründer von SuW (Karl)
3					Sternbild Rabe (lat. Bez.)					8	
1998 gestartete Raumstation		Himmelsobjekt					5	römisch 98 (kurz)			
			Stern im Sternbild Wassermann		Sternbild Pfau (lat. Bez.)			4	Teil eines Kometen		
1					Erde (engl.)		Roskosmos (alte Abk.)			7	
R-7, Redstone			Sigma Puppis	10				US-Astronomin (1928 – 2016)			
				Stern, Nase vom Pegasus		Mondstruktur Palus (deutsch)		2			
östlich (span.)		...haut, Grad..., ...werk					buddhistische Strömung		Symbol für Eisen		9
Sternbild (Fluss am Weltende, int. Abk.)				griech. Vorsilbe für Sonne						Hallo (portug.)	
Korallenbauwerk			6		Ablesehilfe für Messskalen			11			



Unter allen Lesern, die uns das richtige Lösungswort aus den eingekreisten Buchstaben per Mail an [kwr@sterne-und-weltraum.de](mailto:kwr@sterne-und-weltraum.de) schicken, verlosen wir ein Exemplar des Buches »Der Mond« von Karl Urban. Einsendeschluss ist der **8. April 2022**. Bitte beachten Sie unsere Teilnahmebedingungen auf Seite 18!

Viel Spaß beim Knobeln!



# Zum Nachdenken

Lösung zu »Akkretion auf den Exoplaneten PDS 70b« aus SuW 2/2022

**Aufgabe 1:** Gesucht war die H-Alpha-Linienflussdichte  $F_{H\alpha}$  des Exoplaneten PDS 70b. Aus der Photometrie bekannt war die spektrale Flussdichte  $f_{656}$ , insgesamt 54 Minuten lang aufgenommen durch das Filter F656N der Wide Field Camera 3 des Weltraumteleskops Hubble, mit  $f_{656} = 9,2 \cdot 10^{-19} \text{ W m}^{-2} \text{ nm}^{-1}$ . Bei der effektiven Bandbreite des Filters F656N von  $\Delta\lambda_{656} = 1,765 \text{ nm}$  ergibt sich die Linienflussdichte daher zu

$$F_{H\alpha} = f_{656} \Delta\lambda_{656} \\ = 1,624 \cdot 10^{-18} \text{ W/m}^2.$$

**Aufgabe 2:** In der Emissionslinie H-Alpha ergibt sich bei der Linienflussdichte  $F_{H\alpha}$  die Leuchtkraft  $L_{\text{line}}$  des Exoplaneten PDS 70b, indem über die gesamte Sphäre mit Radius  $d_{\text{PDS70}} = 113,43 \text{ pc}$  integriert wird:

$$L_{\text{line}} = 4\pi d_{\text{PDS70}}^2 F_{H\alpha} \\ \text{So erhält man mit der Sonnenleuchtkraft} \\ L_{\odot} = 3,846 \cdot 10^{26} \text{ W:} \\ L_{\text{line}} = 2,5 \cdot 10^{20} \text{ W} \\ = 6,5 \cdot 10^{-7} L_{\odot}.$$

Das sind zwei Drittel eines Millionstels der Sonnenleuchtkraft.

**Aufgabe 3:** Die bisherigen Betrachtungen galten lediglich der H-Alpha-Strahlung von PDS 70b. Die Gesamtleuchtkraft  $L_{\text{Akk}}$  lässt sich unter Berücksichtigung der Leuchtkraft  $L_{\text{cont}}$  im Kontinuum ermitteln. Daher gilt:

$$L_{\text{Akk}} = L_{\text{line}} + L_{\text{cont}} \\ \text{Die Gesamtleuchtkraft } L_{\text{Akk}} \text{ des Akkretionsprozesses auf PDS 70b ergibt sich} \\ \text{dann mit } L_{\text{cont}} = 1,2 \cdot 10^{-6} L_{\odot} \text{ zu} \\ L_{\text{Akk}} = 7,11 \cdot 10^{20} \text{ W} \\ = 1,85 \cdot 10^{-6} L_{\odot}.$$

## Zum Nachdenken



Die Aufgabe dieses Hefts finden Sie auf Seite 24.

**Aufgabe 4:** Einem Modell mit magnetosphärisch gelenkter Akkretion gemäß lässt sich die Massenakkretionsrate  $\dot{M}$  auf PDS 70b direkt aus der Gesamtleuchtkraft ermitteln. Dabei wird angenommen, dass die kinetische Energie beim Sturz in den Potenzialtrichter des Planeten komplett in Leuchtkraft umgesetzt wird. Der Sturz beginnt am Innenrand  $R_{\text{in}} = 5 R_{\text{PDS70b}}$  der den Planeten umgebenden Scheibe und erfolgt im freien Fall auf die Planetenoberfläche mit Radius  $R_{\text{PDS70b}} = 1,75 R_{\text{J}}$  und Masse  $M_{\text{PDS70b}} = 1 M_{\text{J}}$  (Jupiterradius  $R_{\text{J}} = 7,1492 \cdot 10^7 \text{ m}$ , Jupitermasse  $M_{\text{J}} = 1,8982 \cdot 10^{27} \text{ kg}$ , Gravitationskonstante  $G = 6,6742 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ ).

$$\dot{M} = \left(1 - \frac{R_{\text{PDS70b}}}{R_{\text{in}}}\right) \frac{R_{\text{PDS70b}}}{G M_{\text{PDS70b}}} L_{\text{Akk}} \\ = 5,6 \cdot 10^{11} \text{ kg/s} \\ = 9,3 \cdot 10^{-9} M_{\text{J}}.$$

## Zum Nachdenken – Richtige Lösungen sandten ein:

Anette Anastasakis, Sandhausen; Elisabeth Arnold, Essenbach; Ilse Blümel, Obertraubling; Marion Diekmann, Gronau; Barbara Fritsch, CH-Oberurnen; Stefanie Grabert, Sprockhövel; Doris Hansen, Langwedel; Pauline Jendrossek, Wangen im Allgäu; Marianne Kappel, Landshut; Brigitta Lindner, A-Wien; Eva Spomer, Wetzlar; Katrin Stauch, Coswig; Claudia Szerement, Kolkwitz; Cornelia Wiberg, E-Vinarös; M. Altmann, Mainz; L. Ammersbach, Bad Kissingen; P. Bajec, A-St. Marein bei Graz; F. Balzer, Flensburg; W. Balzer, Hattingen; G. Bauer, Farchant; M. Bauer, Wuppertal; O. Bächmann, Velpke; W. Becker, Am Etersberg; K. Beier, Reichling; I. Bischoff Montenegro, Karlsruhe; C. Böhm, Frankfurt; A. Borchardt, Augsburg; A. Braig, Lappersdorf; A. Brandenberger, CH-Rorschacherberg; G. Breittkopf, Berlin; U. Buchner-Eysell, Ettringen; Ph. Burghart, Buchholz; R. M. Burgmeier, Regensburg; S. Christlmeier, Aschau am Inn; R.-R. Conrad, Lehrte; A. Dannhauer, Ilsenburg; H. Dippoldsmann, Osnabrück; H.-P. Distler, Henstedt-Ulzburg; J. Döblitz, Stuttgart; K. E. Engel, Erlangen; P. Englmaier, CH-Zürich; M. Erhard, Braunschweig; F. Eugster, CH-Wienacht; M. Fischer, Emiskirchen; P. Fischer, Falkenstein; N. Forbrig, Lichtenstein; G. Forster, Heidelberg; M. Geisel, Lörrach; H. Gers, Meschede; H. Göbel, Lörrach; F. Götzke, Gummersbach; M. Grasshoff, Schongau; S. Griesing, Olching; B. Grosse, Brandenburg an der Havel; S. Große, Oldenburg; H. Günther, Chemnitz; A. Güth, Zell u. A.; R. Guse, Peine; F. Hänel, Freiberg; Th. Hahn, Brackel; J. Haller, Leverkusen; J. Haun, Bochum; F. Heimerl, Gilching; B. Heinemann, Bielefeld; M. Hentschel, Rhede; H.-D. Hettstedt, Isernhagen; A. Heuser, Euskirchen; W. Heydrich, Emendingen; J. Hingsammer, Altdorf; J. Hirschinger, Neufahrn; L. Hitzky, L-Walferdange; J. Hochheim, Lutherstadt Eisleben; O. Höchstätter, Soyen; E. Hoffmeister, Bad Honnef; Chr. Hollenbeck, Mönchengladbach; Chr. Jentzsch, Bremen; F. Jud, A-St. Ulrich am Pillersee; T. M. Jung, Eurasburg; E. Kaeß, Achberg; J. E. Keller, Ketsch; J. Keteläer, Krefeld; P. Kirsch, A-Linz; L. Kirschhock, Pommelsbrunn; M. Klein, Altdorf; N. Klingler, CH-Oerlingen; F.-G. Knell, Hanau; H. Knopf, Baden-Baden; M. Kobusch, Wendeburg; K.-M. Köppl, Krefeld; Th. Kowall, CH-Lausanne; M. Kretzler, Ingelheim; H. Kube, Heidelberg; M. Küng, Wehr; B. Kuhn, Sulzbach/Main; G. Kunert, Chemnitz; N. Kunte, Wildeshausen; O. G. Kunze, Marburg; H.-P.

Lange, Massenhausen; J. Lange, Hamm; W. Lehmann, Muldestausee; B. Leps, Berlin; R. Lettau, Friedberg; H. Loesch, Bielefeld; H. Lorenz, Bonn; R. Lühmann, Allensbach; S. Madlener, Wangen im Allgäu; B. Marker, Großkrotzenburg; B. Matzas, Echting; P. Matzik, Burscheid; S. Maurer, Bäcknang-Maubach; J. Meier, Königsdorf; Th. Meisner, Immenstaad; P. Meurin, Freiburg i. Br.; G. Minich, Reppenstedt; F. Morherr, Dresden; A. Moritz, Ehringshausen; F. Moser, Duisburg; K. Motl, Geretsried; A. Münch, Altglofsheim; Z. M. Nagel, Mainz; J. Nendwich, A-Wien; Chr. Netzel, Aachen; E. Nowotny, Konstanz; Th. Oettinger, Plüderhausen; B. Ohse, Rottenburg; Chr. Overhaus, Borken; G. Pannach, Braunschweig; H. Pauthner, Großkrotzenburg; H. Pavliceček, Horb; G. Philipp, Jena; F. Pietsch, Schwülper; G. Portisch, Bretten; R. Prager, A-Gänserndorf; H. Preisinger, Weimich/Edenland; J. Rahm, Bingen; A. P. Rauch, Rosdorf; H. Reich, München; J. Reill, Kaufering; A. Reinders, Ravensburg; A. Richter, Leonberg-Höfingen; H.-W. Richter, Dortmund; W. Rockenbach, Biebertal; M. Rogozia, CH-Wigoltingen; R. Rohde, Stockelsdorf; K. Rohe, Glonn; A. Sauerwald, Bottrop; F. Schauer, Kirchzarten; F. Schechter, Berlin; R. H. Schertler, A-Braunau am Inn; M. Schiffer, Überlingen; A. Schirmer, Munster; Th. Schler, CH-Zürich; S. Schlund, Bad Homburg; T. Schlundt, Kiel; B. Schmalfeldt, Aumühle; P. Schmid, Karlsruhe; R.-G. Schmidt, Recklinghausen; J. Schnichels, Euskirchen; W. Scholpp, Stuttgart; G. Scholz, Essingen; M. Schopferer, Frankfurt; H.-J. Schreyer, Kehlberg; J. Schröder, Grevenbroich; E. Schroeder, Norderstedt; M. Schubkegel, Wangen im Allgäu; P. J. Schüngel, CH-Regensdorf ZH; S. Schuler, Püttlingen; R. Schuster, Altenkunstadt; M. Schwab, Korntal-Münchingen; W. Schwab, Heidelberg; K. Seng, Oberschleißheim; M. Senkel, Wolfartshausen; D. Siefert, Hameln; M. Sipahi, Hameln; O. Slawitzki, Nürnberg; A. Sommer, Lödingsen; R. Spurny, A-Wien; R. Stahlbaum, Braunschweig; Th. Stibor, Limeshain-Himbach; E. Streeruwitz, A-Wien; H. Stroh, B-Meerhout; G. Süß, Oberhaching; K. F. Thomsch, Hamminkeln; P. Vogt, Sörup; C. Walz, Blankenfelde-Mahlow; M. Watzdorf, München; H.-G. Wefels, Duisburg; Chr. Weis, Scheidegg; B. Wichert, Neu-Wulmstorf; D. Wierse, Hamburg; L. Wiest, Walldorf; N. Würfl, Sulzbach; M. Ziegler, A-Wien; Chr. Zorn, Korntal-Münchingen.

Insgesamt 192 Einsendungen

## Er war's im März

Es war Johannes Werner, latinisiert Ioannes Vernerus (geboren am 14. Februar 1468 in Nürnberg, gestorben ebenda vermutlich im Mai 1522). Über Werners Familie und Kindheit ist nicht viel bekannt; immerhin schrieb er in späteren Jahren, dass ihm bereits als Kind klar gewesen sei, dass er Mathematik studieren werde. Belegt ist, dass er sich am 21. September 1484 für ein Studium vor allem der Theologie an der Universität Ingolstadt einschrieb. Er schlug danach eine Laufbahn als Geistlicher ein und wurde im Jahr 1490 Kaplan in Herzogenaurach bei Nürnberg. Von 1493 bis 1497 studierte er in Rom und wurde in dieser Zeit zum Priester ordiniert. Nach seiner Rückkehr nach Nürnberg übernahm er im Jahr 1503 die Pfarrei in Wöhrd (heute ein Stadtteil von Nürnberg). Fünf Jahre später wechselte er an die Nürnberger Johannis-kirche. Diese Stelle übte er bis zu seinem Tod aus.

Sein Interesse für Astronomie basiert maßgeblich auf den astronomischen Schriften von Regiomontanus, zu dessen späten Schriften er Zugang hatte. Wie dieser beschäftigte sich Werner mit der systematischen Beobachtung von Planeten und dem Instrumentenbau. So konstruierte er zum Beispiel Astrolabien, Uhren und Sonnenuhr-

## »Zum Nachdenken« im Web

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

## Einsendungen

■ Lösungen werden als Brief, per Fax (06221 528-377) und als PDF an die E-Mail-Adresse [zum-nachdenken@sterne-und-weltraum.de](mailto:zum-nachdenken@sterne-und-weltraum.de) akzeptiert. ■ Notieren Sie Namen und Anschrift insbesondere auch auf dem Lösungsblatt! ■ Lösungen, die nach dem angegebenen Stichtag eintreffen, können leider nicht berücksichtigt werden.

## Beginn der 41. Runde

Mit Heft 6/2021 begann die neue Runde »Zum Nachdenken«. Sie endet mit der Ausgabe im Mai-Heft 2022. 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 41. Runde

Erneut hat die Firma Spacewalk Telescopes, Karlsruhe, ihren **16-Zoll-Dobson »Infinity NL«** im Wert von 4880 Euro als Preis für die 41. Runde von »Zum Nachdenken« ausgelobt. Das Teleskop gehört mit seinen 25 Kilogramm zu den absoluten Leichtgewichten. Das Herzstück bildet der 400 Millimeter große Hauptspiegel mit nur 25 Millimeter Randdicke und geringer Auskühlzeit. Jeder Spiegel ist ein Unikat und wird in Eigenarbeit in Deutschland gefertigt. Für Haupt- und Fangspiegel liegen interferometrische Prüfprotokolle bei. Das Teleskop lässt sich von einer Person mit nur wenigen Handgriffen werkzeuglos in unter zehn Minuten aufbauen. [www.spacewalk-telescopes.de](http://www.spacewalk-telescopes.de)



## 2. Preis



Das Optikunternehmen Bresser GmbH stellt aus dem HighEnd-Sortiment ihrer internationalen Hausmarke Explore Scientific ihr Großfernglas BT-70 im Wert von 1099 Euro zur Verfügung. Großbinos der BT-Serie sind mit den Öffnungen 70, 82, 100 und 120 mm erhältlich und lassen sich optional mit einer ultrastabilen U-Gabelmontierung ausstatten. Das Gerät hat ein Magnesiumgehäuse, ist nach IPX6-Norm gedichtet und mit Stickstoff gefüllt. Es ist lichtstark, robust und randscharf. Bei Mond-, Planeten-, DeepSky- und Naturbeobachtungen macht es wunschlos glücklich durch Leistung pur! [www.explorescientific.de](http://www.explorescientific.de)

## Johannes Werner

ren. Er entwickelte auch Regiomontanus' Jakobsstab weiter. Diesen, so Werners Vorschlag, könne man benutzen, um zum Beispiel die Differenz der geografischen Längen zweier Orte zu bestimmen: Man misst die Höhen des Mondes an zwei Orten und die Uhrzeit (oder führt die Mes-

sung einfach zur Zeit einer Mondfinsternis durch). Wenn man dann noch weiß, wie schnell der Mond über den Himmel zieht, dann kann man berechnen, wie weit die Orte auseinander liegen.

Wenn auch Werners Name heute weitgehend in Vergessenheit geraten ist, hatte er zu Lebzeiten doch einen exzellenten wissenschaftlichen Ruf, der weit über seine Heimat Bayern hinausreichte. Vergeblich wurde zum Beispiel versucht, ihn von Nürnberg nach Wien abzuwerben. Ein Teil der Werke Werners wurde im Jahr 1514 von Johannes Stabius publiziert, darunter seine Übersetzung und Kommentierung von Ptolemäus' »Geographia« und seine Weiterentwicklung und Verfeinerung der herzförmigen Projektion der Erdkugel, die Stabius im Jahr 1500 erfunden hatte und die heute als Stabius-Werner-Projektion geführt wird. Werners zweite große Publikation von 1522 enthält mathematische und astronomische Arbeiten; seine Wetterbeobachtungen zwischen 1513 und 1520 wurden 1546, mehr als 20 Jahre nach seinem Tod veröffentlicht. Werner beriet mehrere Zeitgenossen in mathematischen Fragen, darunter seinen Freund Albrecht Dürer.

TINA HEIDBORN, ANDREAS LOOS



Alamy / The Picture Art Collection

**Pfarrer in Nürnberg** Johannes Werner (1468 – 1522) widmete sich dem Instrumentenbau und den Planeten.

## Kreuzworträtsel

Lösung aus SuW 2/2022: Regengestirn

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

## Gewinner aus Heft 2/2022

**Gewinnspiel:** Umweltschonendes »Sterne-und-Weltraum-Notizbuch« : Steve Mang, Weyarn: 1c, 2a, 3b.

**Wer war's?:** Buch »„Von der Vermessung des Kosmos«: Günther Beck, Marktoberdorf.

**Kreuzworträtsel:** Buch »Der Mond«: Martin Fehrle, Köln.

Herzlichen Glückwunschl