

steht, von der Strahlung des Pulsars extrem erhitzt und dabei buchstäblich verdampft. Astronomen bezeichnen einen solchen Pulsar in Anlehnung an eine Spinneart, die das Männchen nach der Paarung tötet, als »Schwarze Witwe«. Möglicherweise verdampft der Pulsar in Zukunft seinen Begleiter vollständig und zieht danach allein durchs All. Astronomen kennen weitere dieser isolierten Millisekundenpulsare, die möglicherweise auf dieselbe Art entstanden.

Das neuentdeckte Pulsarsystem bricht gleich mehrere Rekorde. Die Umlaufzeit ist mit nur rund 94 Minuten die kürzeste bekannte. Der gegenseitige Abstand der Partner von nur 1,4 Mondbahnradien macht das Paar zum engsten bekannten Doppelsternsystem. Das gesamte System fände bequem im Inneren unserer Sonne Platz. Die Sternpartner umlaufen den gemeinsamen Schwerpunkt entsprechend schnell: der Pulsar mit mindestens 3,6 Ki-

lometer pro Sekunde, der Begleiter sogar mit bis zu 700 Kilometer pro Sekunde (zum Vergleich Erde um Sonne: 29,7 Kilometer pro Sekunde).

### Auch im Radiobereich sichtbar?

Parallel zur Veröffentlichung von Holger Pletsch und Kollegen erschien eine weitere Studie von Paul Ray vom Naval Research Laboratory in Washington, D.C., die von der Entdeckung von PSR J1311-3430 als Pulsar im Radiobereich berichtet. Bislang waren alle derartigen Radiobeobachtungen in den Jahren zuvor erfolglos geblieben. Das lag daran, dass die Bahnparameter des Pulsars unbekannt waren und das Signal durch die Bahnbewegung so bis zur Unkenntlichkeit verschmiert wird. Doch auch mit der aus den Gammabeobachtungen bekannten Ephemeride zeigte sich der Pulsar nur sehr zaghaft. Das Forscherteam um Ray benutzte das Green Bank Telescope in West Virginia und fand

den Pulsar in nur rund zehn Prozent der mehr als 4,5 Stunden Radiobeobachtungen bei fünf Gigahertz. In 15 Beobachtungen mit drei weiteren Radioteleskopen weltweit zeigte sich der Pulsar kein einziges Mal.

Warum sich PSR J1311-3430 nur so selten im Radiobereich blicken lässt, ist nicht vollständig verstanden. Möglicherweise streut im System befindliches ionisiertes Gas, das der Pulsar vom Begleiter abdampft, die Radiostrahlung des Pulsars, so dass diese außerhalb des Systems unsichtbar ist. Eine andere Erklärung von Ray und Kollegen ist die Szintillation im geladenen interstellaren Medium, welche die Radiowellen des Pulsars ebenfalls stark beugen und ihn ähnlich wie einen Stern am Nachthimmel flimmern lassen kann.

Die Erfolgsgeschichte um das Pulsarsystem PSR J1311-3430 lehrt, dass sich durch die sorgfältige Untersuchung von bislang nicht identifizierten Gammaquellen himmlische Schätze finden lassen. Im Quellenkatalog von Fermi befinden sich hunderte ähnliche Objekte. Vielleicht verstecken sich auch hinter diesen weitere astronomische Rekordbrecher. Das Beispiel von PSR J1311-3430 zeigt, wie Forscher ihnen auf die Spur kommen können. Die Astronomen haben nun eine neue Tür zur Entdeckung und Erforschung extremer Millisekundenpulsare aufgestoßen. Was mag hinter dieser noch verborgen sein?

*BENJAMIN KNISPEL promovierte an der Leibniz Universität Hannover und am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik. Er widmet sich unter anderem der Suche nach Radiopulsaren mit Einstein@Home und der Simulation der galaktischen Neutronensternpopulation als Quelle von Gravitationswellen.*

## ZUM NACHDENKEN

# Doppelsternsystem mit Schwarzer Witwe



Das engste bekannte Doppelsternsystem hat eine große Bahnhalbachse von  $a = 0,9 R_{\odot}$ . Es besteht aus einem Millisekundenpulsar – der Schwarzen Witwe – mit einer Masse von rund  $M_p = 2,5 M_{\odot}$  und einem Sternrest weitab der Hauptreihe. Diese zweite Komponente besitzt einen Radius von nur  $R_2 = 0,6 R_{\oplus}$  bei einer Masse von immerhin  $M_2 = 0,15 M_{\odot}$ .

**Aufgabe 1:** Man berechne die mittlere Dichte  $\rho_2$  der Komponente 2 und vergleiche mit derjenigen der Sonne  $\rho_{\odot}$ . Der Sonnenradius ist  $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8$  m, die Sonnenmasse ist  $M_{\odot} = 1,989 \cdot 10^{30}$  kg, der Jupiterradius ist  $R_{\oplus} = 7,149 \cdot 10^7$  m.

**Aufgabe 2:** Der Pulsar badet seinen Begleiter mit energiereicher Strahlung und heizt einen Teil von dessen Oberfläche, einen heißen Fleck, auf  $T_h = 12000$  K auf. Dem Pulsar abgewandte Oberflächenbereiche haben eine Temperatur von  $T_c = 4000$  K. Natürlich ist dies eine idealisierte Darstellung. In

Wirklichkeit wechselt die Temperatur allmählich. Man berechne den Anteil des heißen Flecks an der Oberfläche der Komponente 2, wenn zwischen dem beobachteten Helligkeitsminimum und -maximum während einer Umkreisung  $\Delta m = 4$  mag liegen. **Hilfe:** Gemäß dem Stefan-Boltzmann-Gesetz emittiert ein Schwarzer Körper, wie es die Komponente 2 tun mag, eine Strahlungsleistung  $B = F \sigma T^4$ . Darin ist  $F$  die strahlende Fläche und  $\sigma$  die Strahlungskonstante  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ . Gemäß der Definition der Größenklasse gilt:  $\Delta m = 2,5 \text{ mag lg}(B_h/B_c)$ . Im heißen Fall zeige die Querschnittsfläche der Komponente 2 dem Beobachter einen zentralen heißen Fleck. AXEL M. QUETZ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **16. Mai 2013** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Haus der Astronomie, MPIA-Campus, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: 06221 528377. Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern Preise verlost: siehe S. 109

### Literaturhinweise

**Romani, R. W.:** 2FGL J1311.7-3429 Joins the black widow club. In: The Astrophysical Journal Letters, 754, L25, 2012

**Pletsch, H. J. et al.:** Binary millisecond pulsar discovery via gamma-ray pulsations. In: Science 338, S. 1314-1317, 2012

**Ray, P. S. et al.:** Radio detection of the Fermi-LAT blind search millisecond pulsar J1311-3430. In: The Astrophysical Journal Letters 763, L13, 2013