

er vom Sonnensystem aus zu finden ist (siehe Grafik S. 18), denn als Augenweide taugt er keinesfalls (siehe Bilder S. 19 unten). Roland Kothés und Mitarbeiter, darunter Wolfgang Reich vom Max-Planck-Institut für Radioastronomie in Bonn, entdeckten diesen PWN in Daten, die mit dem kanadischen Synthesis Telescope des Dominion Radio Astrophysical Observatory im Kontinuum bei 21 Zentimeter Wellenlänge aufgenommen worden waren. Bei einigen anderen Radiowellenlängen ist die Quelle ebenfalls sichtbar, nicht jedoch außerhalb des Radiowellenlängenbereichs, wie die obigen Autoren anhand eines Ab-

gleichs mit Daten der SkyView Virtual Telescope Database ermittelten. Das Fehlen eines Gegenstücks im Infraroten legt nahe, dass das Objekt weder eine HII-Region noch eine Galaxie sein kann. Auch andere Deutungen wurden diskutiert, zum Beispiel ein Galaxienhaufen, und, da ebenso unwahrscheinlich, verworfen.

G141.2+5.0 zeigt insbesondere in der besten Auflösung bei 21 Zentimeter Wellenlänge, einen leicht länglichen, ansonsten diffusen Aufbau, mit einem hellen, kompakten Zentralbereich und ist etwa dreieinhalb Bogenminuten groß. Bei Beobachtungen in der 21-Zentimeter-Linie des

neutralen Wasserstoffs wurde rund um die Quelle eine Art von Hülle gefunden, die sich mit einer Geschwindigkeit von 6 Kilometern pro Sekunde ausdehnt und sich mit 53 Kilometer pro Sekunde auf uns zu bewegt (genauer: auf das Lokale Ruhesystem; englisch: Local Standard of Rest – LSR). Die zuletzt genannte Geschwindigkeit ist zugleich der Schlüssel für die Vermutung, G141.2+5.0 müsse sich im Cygnus-Arm befinden, da sie signifikant von der LSR-Geschwindigkeit des neutralen Wasserstoffgases aus dem Perseus-Arm abweicht. Eine Entfernung von ungefähr 13 000 Lichtjahren zu uns erscheint wahrscheinlich, was G141.2+5.0 eine lineare Ausdehnung von rund 13 Lichtjahren verleiht.

Unter Berücksichtigung aller Daten, darunter auch Polarisationsdaten, ergibt sich für das Autorenquartett ein konsistentes Bild:

■ G141.2+5.0 ist ein Pulsarwind-Nebel. Er repräsentiert den allerersten Fund eines derartigen Objekts im Cygnus-Arm.

■ Zudem handelt es sich um den ersten Radio-PWN, der nach einer Durststrecke von 17 Jahren entdeckt wurde.

■ G141.2+5.0 liegt in einer expandierenden Hülle aus neutralem Wasserstoff, die aus fossiler, nämlich etliche Jahrhunderte alte Materie eines Supernova-Überrests besteht. Sie vermischte sich mit vom Vorgängerstern abgegebenem Windmaterial und ist längst abgekühlt.

Fazit: G141.2+5.0, dieses von der Radiomorphologie her an ein Spiegelei erinnernde Gebilde, ist ein kosmisches Kleinod, dessen Kunde es verdient(e) über die Fachwelt hinaus »in Windeseile« verbreitet zu werden.

RONALD WEINBERGER war Professor am Institut für Astro- und Teilchenphysik der Universität Innsbruck. Er ist seit Jahrzehnten auch in der Popularisierung der Astronomie tätig.

ZUM NACHDENKEN

Der Pulsarwind-Nebel G141.2+5.0 im Cygnus-Arm



Is vor kurzem war im gesamten Cygnus-Arm unseres Milchstraßensystems kein einziger Supernova-Überrest bekannt, während es im benachbarten Perseus-Arm davon nur so wimmelt. Mit der Entdeckung von G141.2+5.0 hat sich dies geändert. Das Objekt ist auf optischen Aufnahmen gar nicht und bei Radiowellenlängen nur mit Mühe zu erkennen. Es handelt sich um einen Pulsarwind-Nebel (PWN), der in einer HI-Hülle steckt. Letztere ist vermutlich der eigentliche Supernova-Überrest (englisch: supernova remnant, SNR). Weniger wahrscheinlich ist es schon vom Vorgängerstern abgeworfene Materie. Zwar ist keine direkte Entfernungsbestimmung möglich, jedoch lässt sich die gemessene Radialgeschwindigkeit mit derjenigen anderer Wasserstoffgebiete in der gleichen Richtung am Himmel vergleichen. Ergebnis: Relativ zur Sonne hat G141.2+5.0 mit seiner HI-Blase eine Geschwindigkeit, wie sie im Cygnus-Arm unserer Galaxis auftritt. Daher liegt der Pulsarwind-Nebel in seiner Wasserstoffblase mit hoher Wahrscheinlichkeit in einer Entfernung von rund $d = 4,0 \text{ kpc}$ ($1 \text{ pc} = 3,086 \cdot 10^{13} \text{ km}$).

Aufgabe 1: Die Ausdehnung des Pulsarwind-Nebels am Himmel ist $\delta = 3,5'$. Welche Größe D_{PWN} hat der PWN? Man verwende die Einheit Parsec.

Aufgabe 2: Die Expansionsgeschwindigkeit der HI-Blase liegt bei $v = 6 \text{ km/s}$, ihr scheinbarer Durchmesser am Himmel beträgt $\delta = 12'$. Welchen Durchmesser D_{HI} hat das Objekt (in Parsec)?

Aufgabe 3: Wie groß ist das dynamische Alter t_{HI} der Wasserstoffblase, das sich aus der Größe des Hülle und ihrer derzeitigen Expansionsgeschwindigkeit ergibt? Man beachte, dass diese simple Abschätzung nur einen groben oberen Wert darstellt. Tatsächlich muss das Alter deutlich geringer sein, denn die expandierende Front musste sich gegen das umgebende Medium der Dichte $n_0 = 0,8 \text{ cm}^{-3}$ – ebenfalls Wasserstoff – abarbeiten und wurde dabei gebremst.

Aufgabe 3: Man bestimme die Energie

$$E_0 = 6,8 \cdot 10^{36} \hat{n}_0^{1,16} \hat{v}^{1,35} \hat{R}^{3,16} \text{ J}$$

der Supernova-Explosion, die mit dem PWN G141.2+5.0 und dessen HI-Hülle verbunden ist ($\hat{n}_0 = n_0/\text{cm}^{-3}$, $\hat{v} = v/(\text{km/s})$, $\hat{R} = 1/2 D_{\text{HI}}/\text{pc}$). AMQ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **14. Januar 2015** 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

Kothés, R. et al.: G141.2+5.0: A New Pulsar Wind Nebula Discovered in the Cygnus Arm of the Milky Way. In: *Astrophysical Journal Letters* 784, L26–L31, 2014

Scholz, Ch. K., Weinberger, R.: Astronomische Fauna und Flora. Eine Bildergalerie der biologischen Art. In: *Sterne und Weltraum* 2/2004, S. 38–45