

Radius abnimmt. In der damals angenommenen Distanz von einem Kiloparsec (3260 Lichtjahre) folgerten sie für die Hülle eine Masse von 0,35 Sonnenmassen – deutlich mehr als der in ionisierter Form vorliegende Massenanteil von 0,09 Sonnenmassen.

Die Expansionsparallaxe beherbergt leider noch einen möglichen systematischen Fehler. Während die astrometrisch bestimmte Expansionsrate in der Himmelsebene das Voranschreiten der Ionisationsfront beschreibt, rührt die Expansionsrate entlang der Sichtlinie von der bewegten Materie selbst her. Eine Untersuchung aus dem Jahr 2004 von Garrelt Mellema, Sternwarte Leiden, deutet nämlich darauf hin, dass sich die Ionisations-

front etwas schneller bewegt als die Materie selber. Unter Berücksichtigung dieser Arbeit müsste die Entfernung des Spirografnebels auf $1,3 \pm 0,4$ Kiloparsec (4200 ± 1300 Lichtjahre) korrigiert werden. Davon unbeeinflusst lässt sich aus der Winkelexpansion das Alter des Planetarischen Nebels bestimmen: 1200 Jahre. Der Spirografnebel begann demnach ungefähr zur Zeit von Karl dem Großen zu leuchten.

AXEL M. QUETZ

Literaturhinweis

Guzmán L. et al.: Expansion parallax of the planetary nebula IC 418. *Astrophysical Journal* 138, S. 46 – 49, 2009.

ZUM NACHDENKEN

Der Spirografnebel



Im nebenstehenden Bericht ist dargestellt, dass die Bestimmung der Distanzen Planetarischer Nebel kein leichtes Unterfangen ist und nur für rund zwei Prozent von ihnen zuverlässige Werte bekannt sind. Deshalb ist jede neue Messung sehr willkommen.

Die mexikanischen Astronomen Lizette Guzmán, Laurent Loinard und Yolanda Gómez konnten nun anhand zweier Radiobilder (siehe Bilder links) die Expansionsrate des Spirografnebels IC 418 bestimmen.

Aufgabe 1: Den größten Winkelabstand der Ionisationsfront vom Zentralstern gibt das Team um Lizette Guzmán zu $\theta = 6,7''$ an. Sie passten homolog geschrumpfte Versionen des jüngeren Radiobilds dem älteren an und fanden, dass die Ionisationsfront auf dem älteren um den Faktor $\varepsilon = 0,018$ kleiner war. Um welchen Betrag $\Delta\theta$ ist der Nebel gewachsen?

Aufgabe 2: Aus den Aufnahmedaten der beiden Radiobilder bestimme man die zwischen ihnen verstrichene Zeit Δt und ermittle die Expansionsrate $\dot{\theta}$ der Ionisationsfront $\dot{\theta} = \Delta\theta/\Delta t$. Zur Darstellung des Ergebnisses verwende man als Einheit Millibogensekunden pro Jahr: m''/a .

Aufgabe 3: Ist der lineare Abstand der Ionisationsfront vom Stern in der Himmelsebene r , dann gilt: $\tan \theta = r/D$ (1). Der winzigen Winkel wegen gilt weiter: $\tan \theta \approx (\pi/180^\circ) \cdot \theta$. Mithilfe der zeitlichen Ableitung von Gleichung (1), $(\pi/180^\circ) \cdot \dot{\theta} = \dot{r}/D$, bestimme man die Distanz D des Spirografnebels. Dabei ist $\dot{r} = v_{\text{exp}} = 30$ km/s die spektroskopisch bestimmte Expansionsgeschwindigkeit der Materie.

Aufgabe 4: Man bestimme das dynamische Alter $\tau_{\text{dyn}} = \theta/\dot{\theta}$ des Spirografnebels.

Aufgabe 5: Um welchen Betrag r_{dyn} hat sich die Materie in der Zeit τ_{dyn} entlang des Sehstrahls ausgedehnt? Man vergleiche mit dem aus dem Winkelabstand der Ionisationsfront θ folgenden Radius $r_\theta = D \tan \theta$. AMQ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **15. Juli 2009** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: (+49)0 62 21–52 82 46. Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern Preise verlost. Die Gewinner der abgeschlossenen Runde finden sich auf Seite 115.

Astronomie.de
der Treffpunkt für Astronomie

über 6000 Besucher täglich!

größter Gebrauchtmart mit über 100 Anzeigen pro Tag.

mehr als 150 Einträge in den 19 Diskussionsforen

astronomische Bildergalerie mit 1300 Amateuraufnahmen.

täglich Neuigkeiten und Artikel aus der Welt der Astronomie.

Buchbesprechungen, Deep Sky Datenbank, Fernsehvorschau, Himmelsvorschau, Astroteisen...

Machen Sie mit:
[Http://www.Astronomie.de](http://www.Astronomie.de)

28.6.1986



Antennenkeule

6.11.2007



10 Bogensekunden
0,17 Lichtjahre

Lizette Guzmán et al. / Universität Mexiko / SuW-Grafik

Die Expansion der Ionisationsfront, die den Rand der leuchtenden Gase definiert, ist im Vergleich zwischen den beiden Radiokontinuumsaufnahmen gut zu erkennen. Das farblich abgehobene Rechteck besitzt in beiden Teilbildern dieselbe Größe.