

Massenverlust bei R Cassiopeiae

Eine 3 Bogenminuten große Schale im Fernen Infrarot

Hans-Günter Diederich

R Cassiopeiae (R Cas) ist ein Mirastern des BAV-Programms und damit ein alter Bekannter. In einer neuen Arbeit wird eine Struktur vorgestellt, die von uns noch keiner gesehen haben dürfte. R Cas ist im Fernen Infrarot (FIR) von einer kalten, ausgedehnten Schale ("extended far-infrared shell") umgeben, die sich über fast 3 Bogenminuten erstreckt und vermutlich durch Wechselwirkung mit dem Interstellaren Medium (ISM) geformt wurde. Die Autoren erläutern Aufnahmen der Astronomie-satelliten AKARI und Spitzer, die auch als Abbildung 1 in der Arbeit zu sehen sind. Diese ist als Vorabdruck unter [1] zugänglich.

Einleitung

Bereits Deutsch (1956) diskutierte blauverschobene Strukturen im Spektrum des Roten Überriesen alpha Her und schloss auf eine hohe Rate des Massenverlustes.

Die hohen Massenverlustraten von Sternen im rechten oberen Teil des Hertzsprung-Russel-Diagramms (im Bereich des Asymptotischen Riesenastes) haben große Auswirkung auf die Theorie der Sternentwicklung.

Beobachtungen mit den Infrarot-Satelliten IRAS und ISO in den 1980ern bzw. 1990ern führten zur Entdeckung der Veränderlichkeit der Massenverlustrate dieser Sterne. Damit wurden die beobachteten zirkumstellaren Schalen erklärbar, die auch von den Modellen zur Sternentwicklung voraus gesagt worden waren.

Die aktuell verfügbaren Satelliten AKARI (Infrared Astronomy Satellite) und Spitzer (Spitzer Space Telescope) liefern Daten, mit denen es gelingt, den Vorgang des Massenverlustes entwickelter Sterne viel genauer als bisher zu verstehen.

Ueta et al. (2009) untersuchten, ob die R Cas umgebende Staubschale durch einen "Thermischen Puls" entstanden sein könnte. Die Entdeckung von Bugstoßwellen ("bow shocks") um R Hya und Mira war eine weitere Motivation für diese Arbeit. Beides soll die Erforschung der Sternentwicklung voran bringen.

R Cas: der Stern und seine zirkumstellare Schale

R Cas (HD 224490) ist ein Veränderlicher vom Mira-Typ und zugleich ein sauerstoffreicher Stern. Seine Periode beträgt 431 Tage. Die geschätzte Massenverlustrate beläuft sich auf $10^{-7} M_{\text{Sonne}}/\text{Jahr}$. R Cas zeigt eine ausgedehnte zirkumstellare Schale, die zuerst mit IRAS bei 60 μm entdeckt wurde. Deren Ausdehnung beträgt mindestens 4,3 Bogenminuten. R Cas wurde von den Autoren bei 65, 90, 140 and 160 μm mit AKARI und bei 70 μm mit Spitzer beobachtet.

Vorläufige Ergebnisse und Diskussion

Die Abbildung 1 der Arbeit fasst sechs Bilder bzw. Karten im FIR zusammen. Es lohnt sich, diese Abbildung mit Bildunterschrift genau zu betrachten und dem Text dort weiter zu folgen.

Die FIR-Bilder zeigen die ausgedehnte Schale von R Cas als rundliches Gebilde mit einem Radius von 140 bis 165 Bogensekunden. Auf der West-Seite sieht sie "flach" aus, auf der östlichen Seite zeigt sie sich dagegen mit einer höheren Oberflächenhelligkeit.

Die exzentrische Lage von R Cas innerhalb seiner Schale fällt sofort auf. Die erhöhte Dichte in seiner Umgebung mag die Folge des Zusammenpralls (bzw. einer Verschmelzung) eines schnellen Sternwinds geringer Dichte mit einem langsamen Sternwind großer Dichte sein, der sich während einer Zeit verstärkten Massenverlustes ereignet haben dürfte.

Die weitere Auswertung verwendet die mit dem Astrometriesatelliten Hipparcos bestimmte Eigenbewegung von R Cas. Sie wurde als Linie von R Cas ausgehend in Abbildung 1 eingezeichnet. Der Positionswinkel stimmt erstaunlich gut mit der Richtung des positiven Gradienten der Oberflächenhelligkeit überein (Gradient = Richtung der schnellsten, größten Zunahme). In anderen Worten: Die höhere Oberflächenhelligkeit am östlichen Rand der Schale scheint die Folge einer Wechselwirkung zwischen den AGB-Wellen von R Cas und der ISM zu sein, dort wo eine Bugstoßwelle liegen müsste, wie sie bei R Hya (einem anderen AGB-Stern) bereits entdeckt wurde.

R Cas (als "Zentralstern" seiner Schale) ist aus der konzentrischen Position um 48,8 Bogensekunden verschoben. Wird die Entfernung zu R Cas mit 176 pc angenommen, die Abmessungen in absolute Entfernungen umgerechnet und die Ausdehnungsgeschwindigkeit von 12 km/s berücksichtigt, führt das zu einem Alter der Schale von ~10.000 Jahren.

Bei diesen Rechnungen wurde erkennbar, dass die Form der Schale nicht durch die Wechselwirkung zwischen schnellem und langsamem AGB-Wind erklärbar ist. Stattdessen scheint ihre Gestalt das Ergebnis der Wechselwirkung zwischen den AGB-Wellen des sich bewegenden R Cas und einer lokalen ISM-Strömung zu sein.

Die Autoren erwähnten (ohne konkreten Literaturverweis) eine eigene, zukünftig erscheinende Arbeit, in der sie zeigen, wie aus der Anpassung eines Modells an die Struktur von Schale und Bugstoßwelle am vorderen "führenden" Rand die Richtung dieser lokalen ISM-Strömung abgeleitet werden kann.

Literaturhinweis:

[1] astro-ph und Arbeit (Stand: 12.05.2009)
<http://xxx.uni-augsburg.de/archive/astro-ph>
<http://xxx.uni-augsburg.de/pdf/0905.0750v1>