

R Corona Borealis

Peter B. Lehmann

Dieser in BAV-Kreisen wohlbekannte Veränderliche, der für den visuellen Beobachter zu den Überraschungsternen zählt, weil unperiodische Lichteinbrüche mit sehr großer Amplitude (5,4 mag bis 14,8 mag), die aber nicht immer erreicht werden, ständig einen kurzen Kontrollblick erfordern. Dieser kataklysmische Variable ist der Prototyp einer sehr kleinen Gruppe, zu der zurzeit inklusive der Unterarten etwa 100 Sterne zählen.

Der Lichtkurvenverlauf von R CrB, der seit 1844 beobachtet wird und von MAYALL (AAVSO, 1960), sowie ZHILYAEV (1978) in einer umfangreichen Darstellung publiziert wurde, zeigt, dass dieser Stern sehr hohe Leuchtkraft, ein helles Normallicht hat, was durch tiefe Minima mit sehr unregelmäßigem Kurvenverlauf unterbrochen wird.

Alle bisher bekannten gut untersuchten Objekte dieser Art zeigen Spektren von wasserstoffarmen aber kohlenstoffreichen leuchtkräftigen Sternen, die im HR-Diagramm als späte F- oder G-Riesen zu finden sind.

Schon frühzeitig wurde mit einer statistischen Analyse der Lichtkurve ermittelt, dass die Minima einander in „ideal unregelmäßiger“ Weise folgen. Bei einigen Gruppenmitgliedern wurden auch quasiperiodische Schwankungen registriert, die als Pulsationsphänomene gedeutet wurden. LORETA (1934) und O'KEEFE (1939) legten die Hypothese vor, dass die Minima von R CrB durch Verdunkelung von Kohlenstoffpartikeln verursacht werden. Bis in die Gegenwart wurde diese Deutung als die plausibelste erkannt. Ein weiteres Kennzeichen dieser Veränderlichen sind die Infrarotexzesse, die wohl Ausdruck der thermischen Strahlung einer zirkumstellaren Staubhülle sind, die ständig vorhanden ist. Charakteristisch sind auch die spektroskopischen Änderungen während der Minima, wobei eine Umwandlung des Absorptionslinienspektrums während des Abstiegs in ein Chromosphären-ähnliches Emissionsspektrum mit denselben Linien erfolgt.

Es wurde vermutet, dass das Einsetzen einer Wolkenkondensation durch die Pulsation des Sterns gesteuert wird und die Minima stets zur selben Phase der Pulsation beginnen. Eine ausführliche Analyse von fünfundsechzig Minima durch PERCY (1987) bestätigten diese Annahme jedoch nicht. Die sehr komplexen und schwierig zu deutenden spektroskopischen Änderungen während der Minima, wurden schon von PAYNE-GAPOSCHKIN (1963) und später unter anderem auch von FEAST (1975) als Auswurf einer Partikelwolke in Richtung Beobachter gedeutet. Das Chromosphärenspektrum könnte ähnlich wie bei einer Sonnenfinsternis durch eine partielle Bedeckung der Photosphäre des Sterns entstehen.

Untersuchungen an anderen RCB-Sternen, z. B. V348 Sgr, die durch DAHARI und OSTERBROCK (1984) erfolgten, ließen vermuten, dass eine sehr viel größere Gashülle den Veränderlichen umgibt. Schon 1975 hatte KRELOWSKI das Model einer sphärisch-symmetrischen vom Stern ausgeworfenen Gashülle beschrieben. MELIK-ALAVARDIAN (1986) untersuchte die physikalischen Bedingungen, die bei

Kondensationen von Kohlenstoffteilchen als Folge der Abkühlung, der nach außen strömenden Masseteilchen eines Ausbruchs vorherrschen.

Instabilitäten als Anlass für das Ausstoßen von Massen wurden gefunden, die Zuordnung zur alten Scheibenpopulation der Milchstraße in einer fortgeschrittenen Entwicklungsphase wurde vermutet. All das wurde durch eine Arbeit von BIERMANN und KIPPENHAHN, die bei ihren Modellen von RCB-Sternen fanden, dass die Pulsationen eher denjenigen der Mira-Sterne ähneln, wieder in Frage gestellt.

Seit dem Jahr 2007 befindet sich R CrB in einem historisch tiefen und lang anhaltenden Minimum. Deshalb wurden gemeinsame Untersuchungen der Infrarotexzesse sowie der vielen widersprüchlichen Untersuchungsergebnisse mit den Weltraum-Teleskopen Gemini / GVO HST / WFPC, Spitzer / MIPS Herschel / SPIRE unternommen.

Dabei zeigt sich: der Kohlenstoffstaub wirkt wie ein natürlicher Koronograph bei sichtbaren Wellenlängen, so dass ein schwacher fossiler, wahrscheinlich planetarer Nebel um den Stern zu beobachten ist. Neben dem zu erwartendem Staub erwiesen sich aber einige der Strukturen als Kometenkügelchen, die wahrscheinlich durch Sonnenwind in der Vergangenheit entstanden. Die geschätzte Staubmasse dieser Knoten steht im Einklang mit den Lichtverlusten, wenn sie sich entlang der Sichtlinie um den Stern bilden. Darüber hinaus gibt es eine große diffuse Staubhülle mit einem Radius von 4 Parsec aus nachweisbarem 25°K kaltem Staub, also gute Bedingungen für die Kondensation von Graphitteilchen.

Anhaltspunkte für die Entstehung von R CrB durch eine Weiße-Zwerg-Fusion oder eines finalen Heliumschalen-Flash sind weiter widersprüchlich. Es besteht offensichtlich ein Zusammenhang zwischen den Kometenknoten, der Schale und dem fossilen planetarischem Nebel. Die Tatsache, dass R CrB bedeutsame Lithiumlinien in seiner Atmosphäre zeigt, unterstützt allerdings das letzte Heliumschalen-Blinken. Die relativ hohe abgeleitete Masse von R CrB, sowie der hohe Fluor-Überfluss sprechen wiederum für eine Weiße-Zwerg-Fusion.

Wie schon so oft, haben die Untersuchungen also nicht die Erwartungen der Astrophysiker erfüllt. Es werden weitere Untersuchungen und Modellrechnungen nötig sein, um diesen Teil der Sternentwicklung zu verstehen.

Literatur:

1. Hoffmeister, C., Richter, G., Wenzel, W.; Veränderliche Sterne; 3.Auflage (1990)
2. Garcia-Hernandez, D.A., et.al.; Dust around R Coronae Borealis stars:
I. Spitzer/IRS observations; arXiv.org/abs/1107.1185
3. Clayton, G.C., et.al.; The Circumstellar Environment of R Coronae Borealis:
White Dwarf Merger or Final Helium Flash?; arXiv.org/abs/1110.3235
4. Strassmeier, K.G.; Aktive Sterne (1997)