

Erste Flare-Beobachtung beim RS-CVn-Veränderlichen GSC 3377-0296?

Gerold Monninger

Abstract: *New CCD photometric observations of the short-period eclipsing RS CVn variable GSC 3377-0296 were obtained on three nights in V. On the night of 2012-10-15 the light curve shows the primary eclipse and in addition a conspicuous new feature at phase 0.21, which may be attributed to an optical flare event. The rise time was about 15 min and the decay time three times longer with an amplitude of 0.10 mag.*

Im Rahmen eines Programms zur optischen Identifikation von veränderlichen Röntgenquellen aus dem ROSAT all-sky survey bright source catalogue mit Objekten der ROTSE1 Datenbank [1] wurde GSC 3377-0296 von K. Bernhard und dem Autor dieses Berichtes in der Saison 2006/2007 in mehreren Nächten systematisch beobachtet und klassifiziert. GSC 3377-0296 ist ein kurzperiodischer RS-CVn-Veränderlicher mit einer Periode $P=0.422467d$. Seine Lichtkurve zeigt neben dem typischen Lichtwechsel eines Bedeckungsveränderlichen noch zusätzlich weitere starke Variationen, die auf große Sternflecken zurückgeführt werden können [2]. Auf Grund unserer Arbeit erhielt GSC 3377-0296 inzwischen die offizielle Bezeichnung V648 Aur.

Nachdem der Veränderliche in den letzten Jahren etwas aus dem Fokus geraten ist, stand er in der Nacht vom 15./16.10.2012 wieder kurzfristig auf meinem Beobachtungsprogramm. Es sollte eine Routinebeobachtung werden, wie sie auch sehr regelmäßig von P. Frank und K. Bernhard am RS-CVn-Veränderlichen GSC 2038-0293 durchgeführt wird, um die Variationen der Lichtkurve über viele Jahre hinweg zu untersuchen [3].

Beobachtet wurde mit einem 14" Cassegrain f/6.2, V-Filter und CCD ST-10XME mit Binning 3x3. Dies entspricht einer Pixelauflösung von ca. $2'' \times 2''$. Nach einer Beobachtungszeit von über 5 Stunden entstanden mehr als 200 Aufnahmen, die jeweils 90 sec belichtet wurden. Nach einer ersten Begutachtung der Messdaten mit Muniwin [4] am Ende der Nacht zeigte die Lichtkurve, neben dem bereits bekannten primären Minimum, zusätzlich einen weiteren merkwürdigen Peak, den ich mir nicht so recht erklären konnte. Auch die Auswahl verschiedener Vergleichssterne und unterschiedlicher Blenden in Muniwin lieferte stets das gleiche Ergebnis. Eine Begutachtung der einzelnen Aufnahmen ergab ebenfalls keine schlüssigen Hinweise. In zwei weiteren Nächten konnten weitere Teile der Lichtkurve aufgenommen werden, die ein „normales“ Verhalten des Lichtwechsels zeigen. In Abbildung 1 ist das Phasendiagramm der Lichtkurve aus diesen drei Beobachtungsnächten zusammengestellt. Sehr auffällig zeigt sich der Peak in Phase 0.21 mit einer Amplitude von $\Delta V=0.1mag$. Um den Rauschanteil in der Lichtkurve zu reduzieren, wurden zwei Vergleichssterne GSC 3381-0110 und GSC 3377-0811 gewählt. GSC 3377-0179 dient als Check-Stern.

Auf eine E-Mail an K. Bernhard mit den Lichtkurven und der Frage „Kann so ein Peak real sein?“ kam umgehend die Antwort mit Literaturhinweisen und der Bemerkung: „Einen solchen Peak könnte es tatsächlich geben ...“.

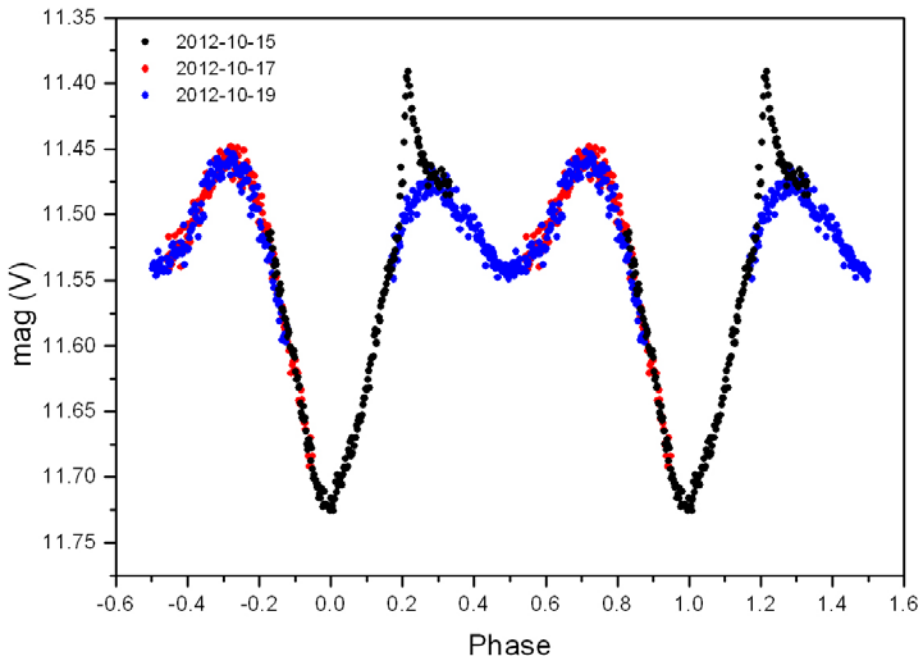


Abb.1: Phasendiagramm der Lichtkurve in V von GSC 3377-0296 mit den Daten aus den drei Beobachtungsnächten - gefaltet mit der Periode $P=0.422467\text{d}$. Auffällig ist der Peak in Phase 0.21. Er kann mit einem bei RS-CVn-Sternen äußerst selten beobachteten optischen Flare-Ereignis in Verbindung gebracht werden.

Flare-Aktivitäten bei RS-CVn-Veränderlichen

Die Klasse der RS-CVn-Veränderlichen wurde erstmals 1976 vorgeschlagen [5]. Dabei handelt es sich um enge getrennte Doppelsternsysteme, deren Primärkomponente aus einem G bis K Riesen oder Unterriesen besteht und einem Unterriesen oder Hauptreihenstern der Spektralklasse G bis M als Sekundärkomponente. RS-CVn-Veränderliche zeigen Intensitätsänderungen ihrer Lichtkurve auch außerhalb des Bedeckungslichtwechsels mit Amplituden von bis zu $\Delta V=0.6$ mag. Diese haben ihre Ursache in der Anwesenheit sehr großer kühler Flecken auf der Oberfläche des Sterns, die bis zu 40% der sichtbaren Sternenscheibe bedecken können [6]. Eine tiefe Konvektionszone sowie die hohe Rotationsgeschwindigkeit treiben einen Dynamo an, dessen starkes Magnetfeld für eine Vielzahl von Phänomenen stellarer Aktivität verantwortlich ist, wie das Auftreten von Röntgenstrahlung, CaII H & K Emissionslinien und Sternenflecken. Das Magnetfeld spielt auch bei der Bildung stellarer Flares eine entscheidende Rolle. Flares sind plötzliche Strahlungsausbrüche in der Chromosphäre im gesamten elektromagnetischen Spektrum. Bei RS-CVn-Veränderlichen werden Flares sehr häufig im Radio-, UV- und Röntgenbereich beobachtet.

Obwohl seit Anfang der 1980er Jahre viele RS-CVn-Veränderliche systematisch beobachtet wurden, konnten nur sehr wenige Flares im optischen Spektralbereich

gefunden werden, die als Vergleich zur eigenen Beobachtung herangezogen werden können [7].

1990 berichteten Zhang et al. von einem optischen Flare in V711 Tau mit Amplituden von 0.18 mag (V), 0.27 mag (B) und 0.61 mag (U) und einer Dauer von fast 4.5 Stunden [8]. Während einer Kampagne an Il Peg wurden mehrere Flare-Ereignisse mit Amplituden bis zu einigen zehntel Größenklassen im Johnson U Band mit einer Dauer von wenigen Minuten bis zu 90 Minuten gemessen [9]. Beide Veränderliche gehören zur Gruppe der klassischen RS-CVn-Veränderlichen ($1 \text{ d} < P < 14 \text{ d}$). In Tabelle 1 sind die wenigen in der Literatur beschriebenen Flares von kurzperiodischen RS-CVn-Veränderlichen ($P < 1 \text{ d}$) zusammengestellt, für die neben der V-Helligkeit, auch der zeitliche Verlauf veröffentlicht wurde. Der Helligkeitsanstieg erfolgt dabei deutlich schneller als der –abstieg. Flares auf der Sonne zeigen ein ähnliches Verhalten.

| Sternname | Periode [d] | Amplitude [mag V] | T _{Anstieg} [min] | T _{Abstieg} [min] | Dauer [min] | Jahr | Quelle |
|----------------------|-------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|-------------|-------------|--------|
| SV Cam | 0.59 | 0.03 0.03 | 16 3 | 27 7 | 43 10 | 1981 | [10] |
| XY UMa | 0.48 | 0.09 | n.a. | n.a. | 30 | 1983 | [11] |
| WY Cnc | 0.83 | 0.06 | 3 | 61 | 64 | 2006 | [12] |
| GSC 3377-0296 | 0.42 | 0.10 | 15 | 43 | 58 | 2012 | |

Tab.1: Eigenschaften beobachteter Flares kurzperiodischer RS-CVn-Veränderlicher aus der Literatur und dem Peak der Lichtkurve dieser Arbeit.

Um die charakteristischen Merkmale des Helligkeitsverlaufs der eigenen Beobachtung zu bestimmen, wurde der Untergrund des Peaks mit Hilfe der peak-freien Lichtkurve vom 19.10.2012 subtrahiert. Das Ergebnis ist in Abbildung 2 dargestellt und zeigt den Verlauf der Lichtkurve mit einem steilen Intensitätsanstieg von $\Delta V=0.1\text{mag}$ innerhalb von 15 Minuten und einem flacheren Intensitätsabfall innerhalb der dreifachen Zeit zurück auf das Ausgangsniveau. Die Daten sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Resümee

Optische Flares bei kurzperiodischen RS-CVn-Veränderlichen sind sehr seltene - aber mögliche - Ereignisse. Nach sorgfältiger Analyse der Messdaten können aus der beobachteten Lichtkurve zunächst folgende Schlüsse gezogen werden. Der Vergleich der Amplitude und des zeitlichen Verlaufs des Peaks mit bekannten Flare-Beobachtungen spricht für ein mögliches Flare-Ereignis. Zeitlich erscheint der Peak in der Nähe des durch Sternenflecken verursachten dunkleren Maximums der Lichtkurve, und daher bei Sichtbarkeit einer magnetisch aktiven Region auf der Sternoberfläche. Da mir kein Filterrad zur Verfügung stand, war es aber nicht möglich durch zusätzliche Messungen im blauen Spektralbereich das Flare-Ereignis 100-%ig zu bestätigen.

Die Beobachtungssaison für GSC 3377-0296 hat gerade erst begonnen. Daher wäre es sehr hilfreich, wenn weitere Beobachter diesen Stern in ihr Programm mit aufnehmen. Durch Messungen in V und wenn möglich auch in B könnte mit der Entdeckung weiterer Flares das Ereignis vom 15.10.2012 nachträglich bestätigt werden.

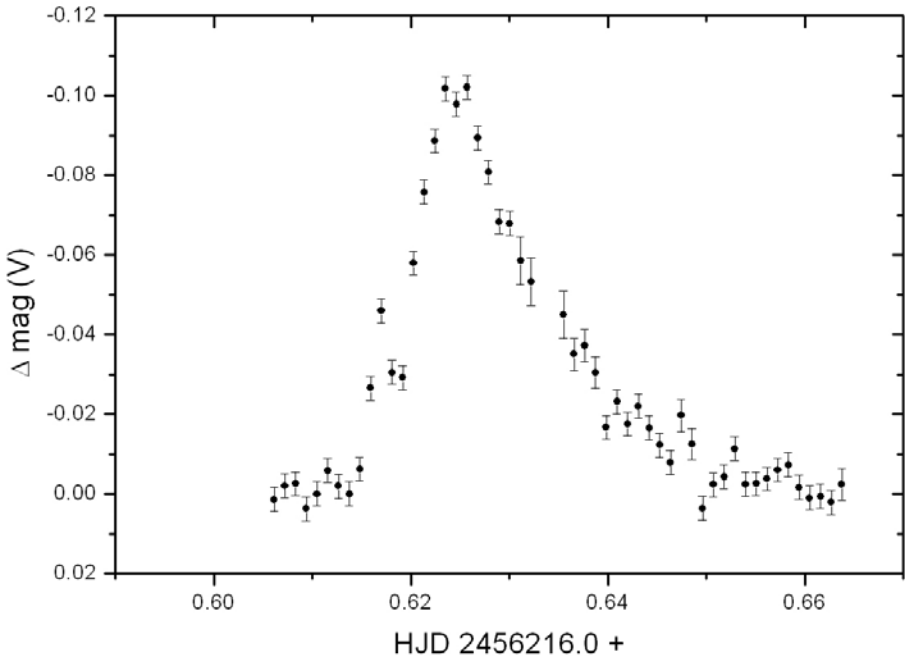


Abb.2: Helligkeitsverlauf eines möglichen optischen Flare-Ereignisses von GSC 3377-0296 am 15.10.2012. Der Untergrund wurde mit Hilfe der Lichtkurve vom 19.10.2012 subtrahiert. Der Helligkeitsanstieg um $\Delta V=0.1$ mag erfolgte innerhalb von 15 min - der flachere Helligkeitsabfall dauerte etwa drei mal länger.

Literatur

- [1] Bernhard, K., Lloyd, C., Berthold, T., Kriebel, W., Renz, W. 2005, IBVS, No. 5620
- [2] Lloyd, C., Bernhard, K., Monninger, G. 2000, IBVS, No. 5772
- [3] Frank, P., Bernhard, K., BAV-Rundbrief 03/2011, p.159-161
- [4] <http://c-munipack.sourceforge.net/>
- [5] Hall, D. S. 1976, IAU Colloquium No.29, ed. W.S. Fitch (Reidel, Dordrecht), p. 287
- [6] Strassmeier, K.G. 1999, A&A, **347**, 225
- [7] Henry, G.W., Newsom, M.S. 1996, PASP, **108**, p.242
- [8] Zhang, R.-X., Zhai, D.-S., Zhang, X.-B., Zhang, J.-T., Li, Q.-S. 1990, IBVS No. 3456
- [9] Mathioudakis, M., Doyle, J.G., Avgoloupis, S., Mavridis, L.N., Seiradakis, J.H. 1992, MNRAS, **255**, 48
- [10] Patkos, L. 1981, Astrophys. Lett., **22**, 1
- [11] Zeilik, M., Elston, R., Henson, G. 1983, AJ, **88**, 532
- [12] Kozhevnikova, A.V., Alekseev, L., Heckert, P.A., Kozhevnikova, V.P. 2006, IBVS, No. 5723