

Lichtkurve des EA-Veränderlichen RZ Cas

Norbert Reichmann

Abstract: CCD observations were taken at my backyard observation site in Koestenberg, Ossiacher Tauern, Austria. During 5 night 552 observations were collected in infrared filter Ic, 211 observations in Johnson/Cousins filter B and V.

RZ Cas is a semi-detached eclipsing binary system of the Algol-type. The primary component is of spectral class A3V, the secondary is found to be of K0-K4IV [1]. RZ Cas is an example for a binary system in which the primary star is unevolved and the secondary star overflowing its Roche lobe and causing mass transfer to the evolved star [2]. G.Miller discovered its variability in 1906. It has an deep primary eclipse in optical wavelenght $V=6.18\text{mag}$ of $\Delta 1.5\text{mag}$.

I present complete lightcurves in filter Ic with two primary- and one secondary Minima:

first primary Min at JD 2455817.39478, the second primary Min at 2455829.34656, the secondary Minima at phase 0.5 . In following lightcurve is also seen the reflection effect near phase 0.5 and a hump between phase 0.1 – 0.2.

Alle CCD Beobachtungen wurden durch einen TMB Apo 130/1200, f/9.2 mit einer Apogee Alta U9 CCD Kamera, Chip KAF 6303E, in den Ossiacher Tauern, Kärnten, Österreich, auf 890m Seehöhe gewonnen. Aufgrund der Beobachtung während Vollmondes wählte ich den für Mondlicht recht unempfindlichen Infrarot Ic Filter. Durch diesen Filter konnte ich in 5 Nächten 552 Daten zum Helligkeitsverlauf des bedeckungsveränderlichen Algol-Systems RZ Cas gewinnen. Dabei erfasste ich mit Hilfe der Voraussagen im BAV Circular 2 primäre Minima, mit Glück auch ein sekundäres Minimum

1. primäre Minimum: JD 2455817.39478, 09.12.2011, 21:28:09 :
2. primäre Minimum: JD 2455829.34656, 24.09.2011, 20:19:02 :

Die Periode konnte ich mit $1.951\text{d} \pm 0.00182$ bestimmen.

Da es sich bei RZ Cas auch um ein oEA System handelt (ein oszillierendes Algol-System [3]), versuchte ich auch die Variation der delta-Scuti-Komponente, des A3V Sternes, nachzuweisen, was mir aber nicht gelang. Bei Recherchen im Nachhinein erfuhr ich, dass die Helligkeitsamplitude der delta-Scuti-Komponente im Bereich von 20 mmag liegt [4]. Dies nachzuweisen ist mit den mir zur Verfügung stehenden Mitteln durchaus möglich, aber bei den bisherigen Messungen mit einer durchschnittlichen Standard Abweichung über alle Messungen von 0.0302 mag nicht nachweisbar.

Aufgrund dieses Versuches und aufgrund der Helligkeit des Systems von 6.2 mag wählte ich kurze Integrationszeiten von 4 – 10 sec in Ic mit Pausen von 120 sec außerhalb der Bedeckungsphasen und Pausen im Bereich des primären Minimums von 40 sec bzw. 8 sec mit subarray read out des CCD-Chips.

Die Wahl des Verhältnisses Belichtungszeit zu Pause hängt ja von der Periode des zu

erfassenden Systems ab. Die Periode von RZ Cas ist mit 1.1953d angegeben, die Periode der delta-Scuti-Komponente mit 0.0156d [3]. Ich bemühte mich um Integrationszeiten inklusive Pausen im Bereich von 1% der Perioden.

Aufgrund der kurzen Belichtungszeiten resultierte zum Teil ein ungünstiges Signal / Rausch Verhältnis. Die Vergleichssterne wurden so gewählt, dass letzteres >100 für alle Vergleichssterne betrug.

In Abb.1 ist eine Lichtkurve in chronologischer Reihenfolge der Aufnahmen zu sehen (Raw-Plot). Die Dichte der Messungen in einigen Bereichen erfolgte aufgrund des Versuches, die Periode der delta-Scuti-Komponente in Abhängigkeit zur Phase des Algol Systems nachzuweisen, was ich als sehr reizvolles Aufgabengebiet in der Veränderlichenbeobachtung erachte.

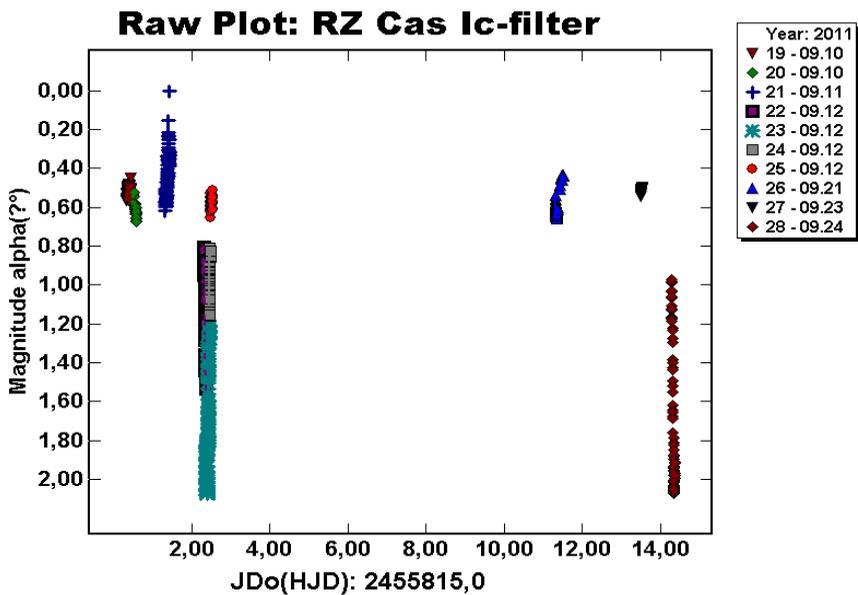


Abb1. Raw-Plot von RZ Cas

Da ich dem aber aufgrund der Streuung der Messwerte im Bereich von 0.03mag nicht nachkommen konnte, konzentrierte ich mich auf die Periodenbestimmung des Algol-Systemes.

Phased Plot: RZ Gas Ic-filter

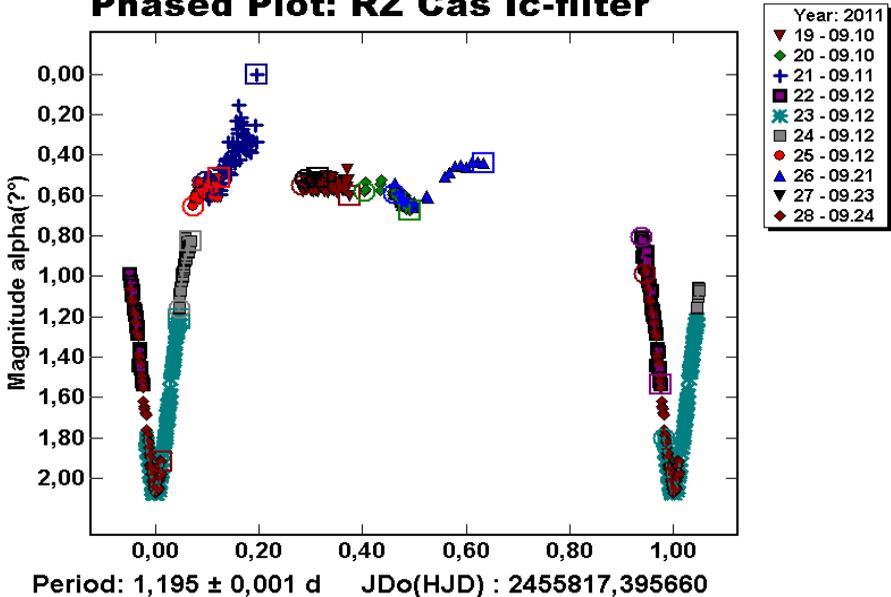


Abb. 2: Phasen-Plot von RZ Cas

Der kurzzeitig rapide Lichtanstieg zwischen Phase 0.1 – 0.2 veranlasste mich, die Daten genau zu prüfen und die Kurve nochmals neu zu vermessen, mit Hilfe des sehr empfehlenswerten Programms von Brian D. Warner MPO Canopus / Photored [5], [6]. Dabei entfernte ich aus den 73 Datenpunkten zur Session 21-09.11 vom 11.09.2011 8 Datenpunkte mit einem ADU Wert <10000. Der Spot blieb deutlich erhalten. Alle Datenpunkte liegen im Linearitätsbereich der Kamera und die Standardabweichung S.D. von 0.046 mag der Vergleichssterne zur Session 21-09.11 lässt auf eine akzeptable Messung schließen. (Abb.3.)

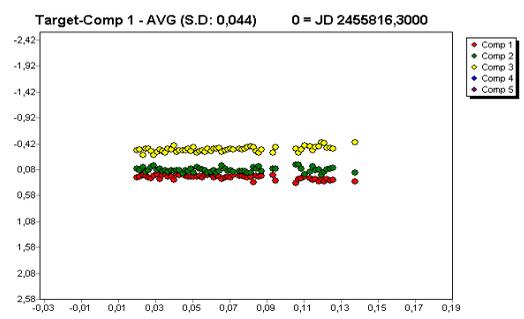


Abb. 3.: Vergleichssterne der Messung 21 – 09.11

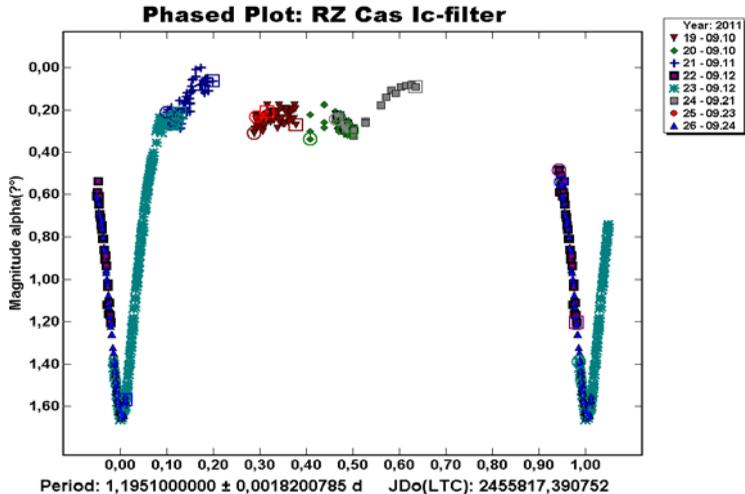


Abb. 4: Lichtkurve RZ Cas, Legende rechts oben: Beobachtungssessions, Vergleichssterne zur Messung siehe Anhang

Die neue Messung ergab eine in diesem Bereich nur gering modifizierte Lichtkurve mit deutlichem Lichtzacken zwischen Phase 0.1 – 0.2 (Abb.4), was auf besondere astrophysikalische Vorgänge im System hinweist.

Sofern es meinem bescheidenen Verständnis zugänglich ist, versuche ich an dieser Stelle auch eine Erklärung einzelner Bereiche der Lichtkurve zu geben, welche mit Vorbehalt und kritisch zu hinterfragen sind. In erster Linie ist eine Erklärung der sichtbaren Phänomene in der Lichtkurve aber Astronomen vorbehalten.

Phase 0.0: Eclipse des kleineren, strahlungsintensiveren A-Sternes mit 1.47fachem Sonnenradius und 1.9facher Sonnenmasse durch den kühleren K-Stern mit 1,84 fachem Sonnenradius mit 0.65facher Sonnenmasse.

Phase 0.1 – 0.2: Es ist zu prüfen, auf welches astrophysikalische Phänomen dieser Peak in diesem Bereich zurückzuführen ist. Ich kann nur die Vermutung äußern, dass es sich um einen Massenstrom vom K- zum A-Stern handelt und einen dadurch verursachten Hot-spot bei Einströmen der Materie durch den Lagrange-Punkt in die Atmosphäre des A-Sternes

Phase 0.5: Der Transit des A-Sternes liegt bei Phase 0.5, was auf eine kreisrunde Bahn schließen lässt.

Phase 0.6: Bei diesem Helligkeitsanstieg auf ein Niveau gering größer als das Niveau in den übrigen Bereichen außerhalb der Bedeckungsphasen wird der reflection-effect sichtbar: der strahlungsintensivere A-Stern regt die Atmosphäre des K-Sternes an,

welcher in diesem Helligkeitsanstieg seine angeregte Atmosphäre durch Re-Emission der absorbierten Energie sichtbar macht. Insofern ist der Ausdruck reflection-effect ungünstig gewählt, da es sich um Absorption von Energie des A-Sternes und Anregung der Atmosphäre des K-Sternes handelt.

Konklusio:

Hier handelt es sich um meine erste Vermessung eines Algol-Veränderlichen. Ich sah es als Herausforderung an, ein oEA System zu vermessen und mir eine Vorstellung von den Vorgängen im System zu machen, so bemühte ich mich um Datensammlung und Vermessung einer ganzen Lichtkurve.

Da ich durch diesen „ersten“ Stern gleich mit so schönen Lichtkurvenphänomenen beschenkt wurde, mache ich mit großer Motivation weiter!

Die zu Abb.4 in den einzelnen Beobachtungssessions verwendeten Vergleichssterne:

19-09.10, 20-09.10: GSC 4313 1142, GSC 4313 1054, GSC 4317 1643

21-09.11, 22-09.12, 23-09.12: GSC 4313 692, GSC 4317 1400

24-09.21, 25-09.23, 26-09.24: GSC 4316 97, GSC 4317 1400

Quellen:

[1] Near infrared photometric studies of RZ Cassiopeiae, Watson P Varricatt, N. M. Ashok, T Chandrasekhar

[2] Light curves of variable stars, C. Sterken, C.Jaschek, Cambridge University press 1996

[3] Pulsating Components in Binary and Multiple Stellar Systems—A Catalog of Oscillating Binaries, A.-Y. Zhou, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012, China; aiying@nao.cas.cn

[4] Detection of the delta Scuti Oscillation in RZ Cassiopeiae, Ohshima, O., Narusawa, S.-Y., Akazawa, H., Fujii, M., Kawabata, T., & Ohkura, N., Information Bulletin on Variable Stars, 4581,1

[5] MPO Canpous / Photored, Bdw Publishing 1993 – 2010, <http://www.MinorPlanetObserver.com>

[6] Lightcurve Photometry and Analysis, Springer 2006