

Jagd nach dem O'Connell-Effekt

Norbert Reichmann

Abstract: *In the present paper, I focus on the O'Connell effect of the WUMa variable V502 Cyg, with the main aim of showing it in the lightcurve. 166 observations were collected in V and B band (100 and 66 measurements, respectively) from my private observatory in Köstenberg, Austria, Ossiacher Tauern, at an elevation of 890 m. All data were acquired with an Apo 130/1200 and an Apogee Alta U16M CCD camera. Photometric colour band and narrowband data were collected simultaneously and evaluated. The combination of photometric data with data for deep-sky imaging I have termed "pretty-picture-photometry". This combination of photometric measurements with colour and narrowband data is presented here in the case of V502 Cyg in its surrounding deep-sky field.*

The O'Connell effect of V502 Cyg is stronger in B (0.048mag) than in V (0.027 mag). It is of positive sign, which means that the maximum following primary minimum is brighter than that following secondary minimum. The Colour-Index correlation (B-V) of primary and secondary maxima in the V-lightcurve is red.

There, however, the O'Connell effect is positive, i.e., the second maximum is fainter than the first.

Wieder konnte ich mich intensiver einem pretty-picture-photometry-Projekt widmen. So nenne ich die Beobachtung eines variablen Sternes kombiniert mit einer Deep-Sky-Aufnahme des Himmelsfeldes, in dem er sich befindet. Die Farbdaten in den Filtern Johnson/Cousins Rc, V und B verwende ich gleichermaßen für das Deep-Sky-Bild wie für die photometrische Vermessung des Sternes.

Diesmal interessierte mich der O'Connell-Effekt bei dem Stern V502 Cyg. Eine Erscheinung, bei welcher in der Lichtkurve des Variablen die zwei Maxima nach den Minima unterschiedlich hoch sind. Dieser Effekt wurde erstmals von O'Connell im Jahre 1957 an 8 Sternen studiert [1]. Meine Recherchen ergaben, dass dieser Effekt bei V502 Cyg letztmalig im Jahre 1977 von Kurochkin gezeigt [2], 1997 von Zakirov [3] trotz Streuung der Daten der Unterschied von MaxI zu MaxII mit 0,2mag festgestellt wurde. Ich sah es somit als reizvolle Aufgabe an, mich auf die Spuren dieses Effektes zu begeben und wählte für meine *pretty-picture-photometry* V502 Cyg aus, in der Himmelsgegend des Emissionsnebels NGC 6914, mit den reizvollen Reflexionsnebeln vdB 131 und vdB 132.

Aufgenommen wurde in den Ossiacher-Tauern Kärntens auf 890 m Seehöhe mit einem Apo 130/1200 und einer Apogee Alta U16M CCD-Kamera. So belichtete ich die Gegend in den Farben RVB. V und B beschreiben hier die photometrischen Filter nach Johnson/Cousins, V entspricht etwa dem Grün Filter und B in etwa dem Blau-Filter im RGB System. Zugleich verwendete ich die V-Daten für die Photometrie des V502 Cyg. Mit den V-Belichtungen der Farbserie konnte ich eine erste grobe Periodenabschätzung durchführen, um zu wissen, zu welchen Zeiten ich verschiedene Phasen der Periode photometrieren kann. Nach diesen ersten abtastenden Beobachtungen kann die Jagd beginnen: an bestimmtem Tag, zu bestimmter Uhrzeit eine ganz bestimmte Phase zu erhaschen, sodass es möglich

wird, sukzessive die ganze Periode sichtbar zu machen. Zugleich wird eine Periodenbestimmung [6] mit Hilfe einer Fourier-Analyse umso genauer und zuverlässiger, je mehr Maxima und Minima man erhält. Mit Spannung erwartete ich, ob es mir gelang, die rechten Phasen, wie aufgrund erstgewonnener Daten vorausgesagt, wohl erhascht zu haben. Mit fortschreitendem Erfolg wurde ich mir meines Vorhabens sicherer. Ob es dann aber gelingt, das gesetzte Ziel, in diesem Falle den O'Connell-Effekt zu erwischen, bleibt bis zum Schluss spannend.

Zunehmend versuchte ich besonders die Phasen nach den jeweiligen Minima zu photometrieren, was Ermittlungen von Zeitspannen einzelner Umdrehungsphasen des Sternes erforderlich machte und daraufhin abgestimmte Belichtungszeiten und Belichtungsintervalle; die Jagd nach den aussagekräftigsten Puzzle-Steinen in den Lichtwechselphasen des Sternes.

Photometrisch erfasste ich in V 100 Daten (Abb.1), in B 66 Daten (Abb.2), dies in 8 Nächten in einem Zeitraum von 25 Tagen, vom 17.8.2012 – 10.9.2012. Während dieses Zeitraumes erfolgten parallel Belichtungen in den Filtern H α , OIII, sowie Luminanz und R, um mit dem pretty-picture (Abb.3) zu verdeutlichen, wie schön die Wissenschaft der Sterne sein kann.

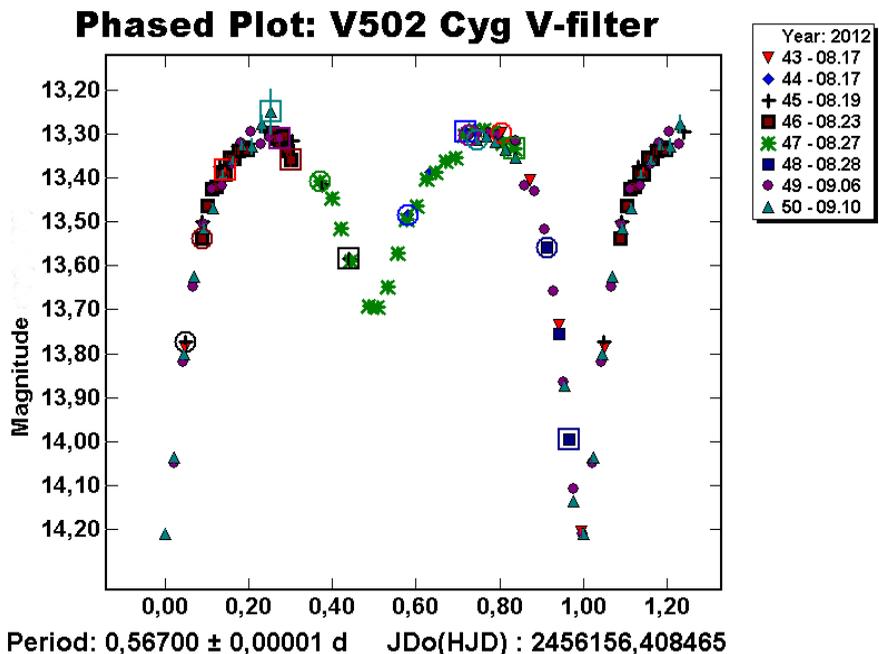


Abb. 1: O'Connell-Effekt bei V502 Cyg in V

Phased Plot: V502 Cyg B-filter

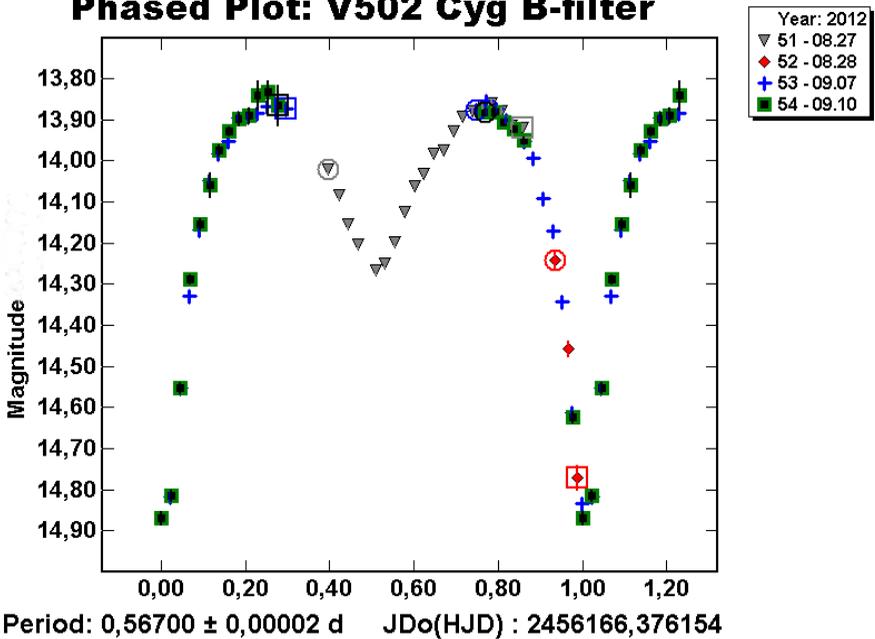


Abb.2: Im B-Kanal zeigt sich der O'Connell-Effekt deutlicher. Dies entspricht den Untersuchungen von Davidge und Malone [5], dass der Effekt zu kürzeren Wellenlängen hin deutlicher ist.

V502 Cyg ist ein Kontaktsystem, ein Variabler Stern vom Typus W Ursa Major. Dieser Typus beschreibt ein System, in dem sich beide Sternpartner so knapp umeinander drehen, dass sie sich berühren, einander elliptisch verformen und eine gemeinsame Hülle bilden. Ähnlich zweier Eier, welche sich an ihrer Spitze berühren und gleichsam in ihren berührenden Spitzen verschmelzen.

In den Lichtkurven entspricht das tiefere Minimum bei Phase 0.0 der Bedeckung - Eclipse - der strahlungsintensiveren, meist kleineren und dichteren Komponente; das weniger tiefe Min bei Phase 0.5 entspricht dem Transit, also Vorübergang dieser Komponente vor der kühleren, meist größeren und weniger dichten, wie strahlungsschwächeren Komponente (Abb.1).

Bei Phase 0.25 und 0.75 stehen beide Komponenten nebeneinander in der Sichtlinie. Nun spricht man vom O'Connell-Effekt, wenn das Max I bei Phase 0.25 gegenüber dem Max II bei Phase 0.75 von unterschiedlicher Höhe ist. Die Gründe dafür werden astrophysikalisch dunklen bzw. hellen Sternflecken zugeschrieben [4]. Worum es sich hierbei genau handelt, ist durch Mehrfarbenphotometrie, also durch Photometrie in verschiedenen Farbbändern von UV bis Infrarot, dem UBV System nachzuweisen. Ebenso lässt der O'Connell-Effekt Rückschlüsse zu auf die Größe und Verformung beider Komponenten sowie auf deren Geometrie.



Abb. 3: Umgebung des WUMa Variablen V502 Cyg, NGC 6914 und vdB 131 und 132

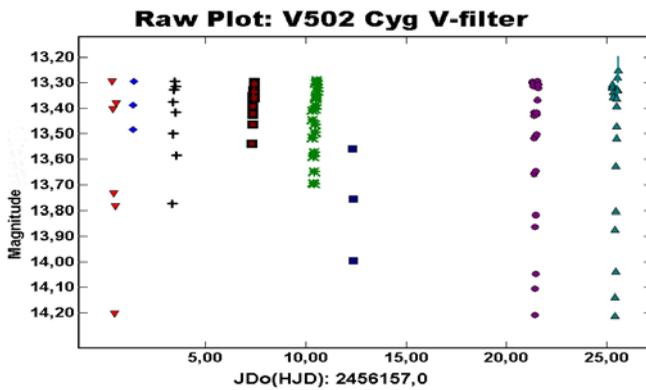


Abb.4: Raw-Plot der zeitlich aufeinanderfolgenden Messungen in V

Die Amplitudenunterscheide zwischen Max I (Phase 0.25, Maximum nach Hauptminimum) und Max II (Phase 0.75, Maximum nach Nebenminimum) in meinen Messungen beträgt in V 0,027 mag (0,057 mag, wenn Ausreißer berücksichtigt wird), in B 0,048 mag. Die Differenzen innerhalb einer Amplitude betragen in V für Max I 0,029 mag, für Max II 0,016 mag, in B für Max I 0,034 mag, für Max II 0,028 mag. Diese Streuungen sind deutlich größer, als die Messungenauigkeit im Bereich von 0,01 mag.

In meinen Beobachtungen konnte ich 3 Hauptminima an folgenden heliozentrisch korrigierten Julianischen Zeiten HJD erfassen:

HJD 2456156,5173090 2012.08.17 00:24:55

HJD 2456177,4958410 2012.09.06 23:54:00

HJD 2456181,4649220 2012.09.10 23:09:29

Die Periode konnte ich mit 0,567d bestimmen (Kurochkin, 1997 [2] bestimmte eine Periode von 0,566985 Tagen).

Es zeigt sich auch eine Korrelation zum Farb-Index (B-V) in meinen Messungen: der Farb-Index CI von Max I in V ist roter: $CI(\text{Max I}) / CI(\text{Max II}) = 0.586 / 0.577$. Ein in V mehr roter CI entspricht der Arbeit von Davidge und Milone [5]. Das heißt: das breitere Max I ist also das rottere. Eine wahrscheinliche Erklärung für diesen mehr roten CI im breiteren Max I wäre eine Emissionsenergie bindende H⁻-Absorption in der Sternatmosphäre [5]. Dies müsste aber besonders durch Infrarot-Photometrie des Systems nachgewiesen werden, da das H⁻-Ion maximal 850 nm (nahes Infrarot) Photonenenergie absorbiert, damit es zur Freisetzung des zweiten lose gebundenen Elektrons im H-Atom kommt.

So bietet die Photometrie dem ambitionierten Sternfreund immer wieder überraschende Betätigungsfelder! Als Besonderheit an meinen pretty-picture-photometry-Projekten empfinde ich den Kontakt mit faszinierenden Aspekten der Astrophysik gleichermaßen erfüllend wie die Begegnung mit den Schönheiten kosmischer Tiefen.

Literatur

[1] O'Connell, D.J.K.: 1951, *Pub. Riverview College Obs*-2,85

[2] Kurochkin, N.E.: 1977, *Variable stars*, 20, 325:

[3] Zakirov, M.M.: 1997, *Pis'ma Astron*, Zh. 23, 458

[4] Hilditch, R.W.: *An introduction to close binary systems*, 2001

[5] Davidge, Milone: 1984, *Astrophysical Journal* 55:571-584, *Study of o'Connell effect*

[6] Differentielle Photometrie und Lichtkurven Analyse mit Hilfe *MPO Canopus*, <http://www.minorplanetobserver.com>