

H α -Emission and V-Korrelationen als Sonden von Be-Sternscheiben

Ernst Pollmann, Wolfgang Vollmann und Ferenc Puskás

1. H α -Emission and V-Korrelationen

Einleitung

Eine seit Jahren interessante Frage in der professionellen Be-Sternscheibenforschung ist die einer möglichen Korrelation zwischen der H α -Emissionsstärke (= Äquivalentbreite EW; siehe Anmerkung zum Schluss) und den UBV-Helligkeiten [1]. Gegenwärtig versuchen Forscher der University of Western Ontario (Kanada) solche bereits beobachterisch nachgewiesenen Korrelationen mit geeigneten Modellrechnungen zu untermauern bzw. zu verfeinern [2].

Die sog. non-supergiant B-Sterne, als besonders schnell rotierende Objekte, zeigen je nach Vorhandensein einer Gasscheibe in ihren Spektren Balmer-Emissionslinien (wie etwa die H α -Linie) und mal wieder nicht. Das Vorhandensein einer Gasscheibe und die damit beobachtbaren Emissionslinien charakterisiert einen B-Stern als Be-Typ (e = emission) [2], wobei auch andere Emissionslinien wie die des HeI, FeII und manchmal des SiII und MgII beobachtet werden. Als weiteres Kennzeichen dieser Sternklasse sind ihre typischen kurz- und langzeitigen spektralen Variationen.

Darüber hinaus ist die Abhängigkeit des spektralen Habitus vom Sichtwinkel (Inklination i) des Beobachters bemerkenswert. Bei den sog. „pole-on-Sternen“ blickt der Beobachter von oben senkrecht auf die Rotationsachse des Sterns bzw. seiner Gasscheibe ($i = 0^\circ$). Im Fall einer Inklination $\sim 90^\circ$, bezeichnet man den Stern als sog. „edge-on-Stern“, d. h. der Beobachter blickt nahezu auf die Kante der Be-Sternscheibe.

Positive H α - und V-Korrelationen

An den Be-Sternen γ Cas, 28 Tau, κ Dra, EW Lac (u. a.) wird seit Jahren folgender Zusammenhang beobachtet: je stärker die H α -Emission ist, desto größer ist die V-Helligkeit des Sterns. Diese Sterne werden sowohl pole-one, als auch unter dazwischen liegenden Neigungswinkeln gesehen: 45° (γ Cas), 57° (κ Dra), 68° (EW Lac) $\sim 90^\circ$ (28 Tau).

Die beiden Plots in Abb. 1 & 2 sind das Ergebnis eigener Messungen der H α -Emissionsstärke EW an γ Cas bzw. an 28 Tau mit den jeweils gegenübergestellten V-Helligkeiten. Bei γ Cas wurde dies erst möglich durch die dankenswerte Bereitstellung der V-Helligkeiten (Argelander-Schätzungen) von Ferenc Puskas (Ungarn) und Wolfgang Vollmann's DSLR-Messungen (Österreich), wohingegen bei 28 Tau Sebastian Otero (Argentinien) seine eigenen (Argelander-Schätzungen), und aus verschiedenen anderen Quellen zusammengestellte V-Helligkeiten verfügbar machte. Ein weiteres Beispiel für eine positive H α -EW/V-Korrelation wäre der „quasi-pole-one“ Stern ($i = 68^\circ$) κ Draconis (in Abb. 3), der bereits im BAV-RB 4/2009 vorgestellt worden ist.

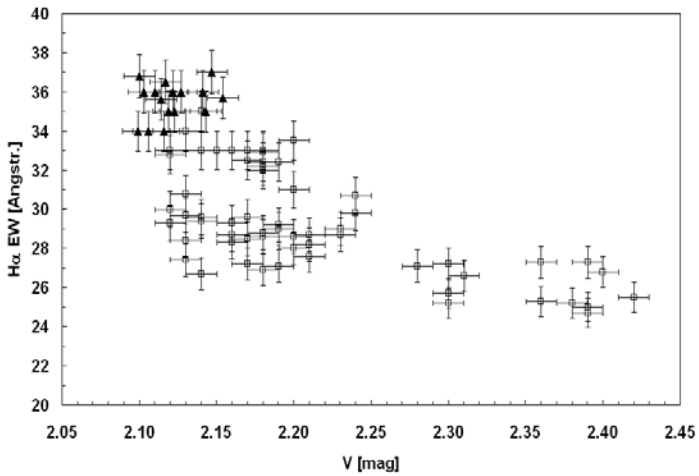


Abb. 1: H α -Emissionsstärke EW versus V bei γ Cas
 Schwarze Dreiecke: V-Beobachtungen W. Vollmann
 Offene Quadrate: V-Beobachtungen F. Puskas
 EW-Messungen: E. Pollmann

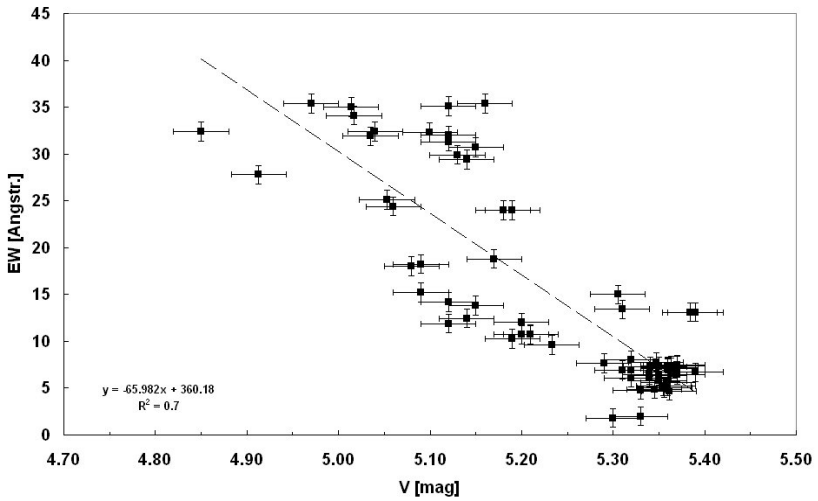


Abb. 2: H α -Emissionsstärke EW versus V bei 28 Tau

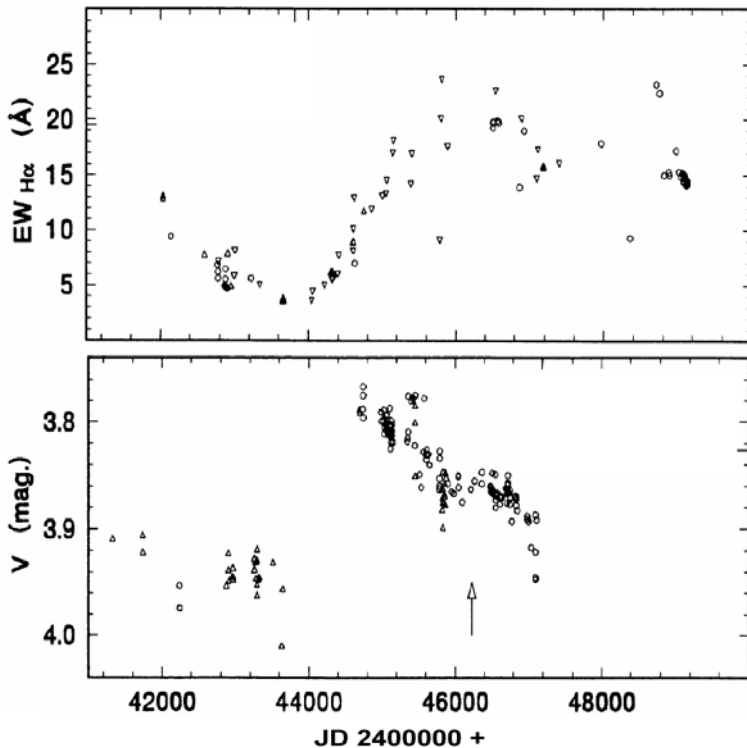


Abb. 3: H α -Emissionsstärke EW (oben) & V-Helligkeit (unten) versus Zeit (JD) von κ Dra (aus [3])

Inverse H α - und V-Korrelationen

Korrelationen dieser Art, d.h., je stärker die H α -Emission ist, desto schwächer ist (in V) der Stern, sind nur bei den sog. edge-on-Sternen zu sehen. Typische Vertreter dafür sind die Sterne 4 Her (in Abb. 4), 88 Her, V1294 Aql und η Cen.

H α - und V-Korrelationen

Das Modell in Abb. 5 nach Harmanec [5] versucht, unter Berücksichtigung der individuellen Objektinklination (d.h. der Beobachterperspektive), die positive bzw. inverse Korrelation von H α -Emissionsstärke EW und V-Helligkeit mit den bisher verfügbaren Beobachtungsdaten in Einklang zu bringen. Allerdings versucht man zur Zeit auch an derer Stelle [2], mit verfeinerter Modellrechnung unter Einbeziehung weiterer ausgewählter Objekte und der Verwendung besonderer Modellcodes, mit welchen die Be-Sternscheiben nach heutigen modernen Erkenntnissen modelliert werden können, den Einfluss der Scheibendicke und der Gravitationsverdunkelung auf diese Korrelationen zu beschreiben.

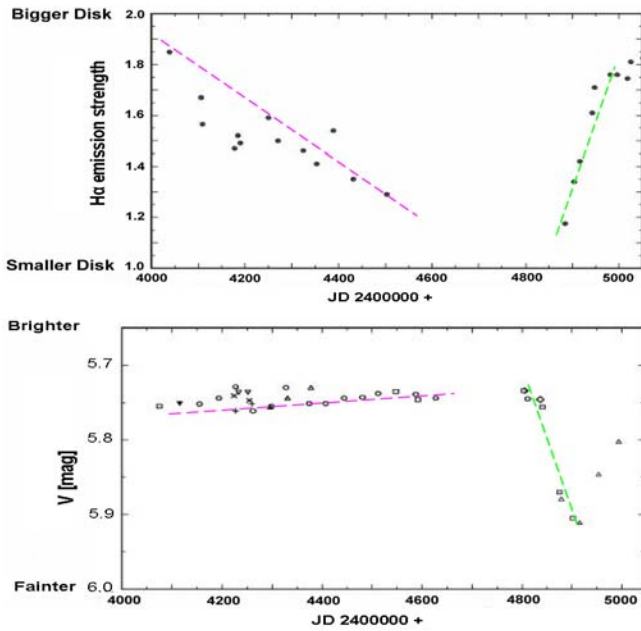


Abb. 4: H α -Emissionsstärke EW (oben) & V-Helligkeit (unten) versus Zeit (JD); aus [4]

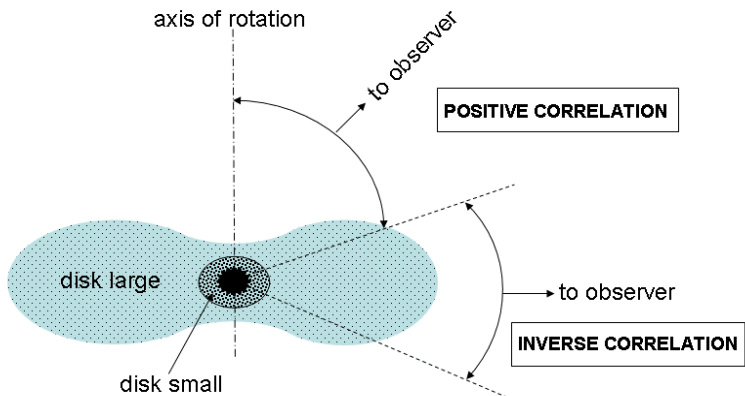


Abb. 5: Modell zur Beschreibung des Zusammenhangs von Beobachterperspektive und positiver bzw. inverser Korrelation von H α -EW und V-Helligkeit (nach Vorl. aus [5])

Ergänzende Anmerkung:

Die Äquivalentbreite EW

$$= \sum \frac{F_c - F_\lambda}{F_c} d\lambda$$

ist die Breite eines Rechtecks, das vom auf 1 normierten Kontinuum bis auf Null reicht, und die gleiche Fläche hat wie die Spektrallinie, mit $F_c=1$ dem normierten Kontinuumsniveau, F_λ dem Linienfluss bei der Wellenlänge λ und $d\lambda$, den Wellenlängenschritten. Die EW ist positiv bei Absorptionslinien, und negativ bei Emissionslinien und wird in Wellenlängeneinheiten, z. B. in Å gemessen.

Literatur:

- [1] Slettebak, A., PASP, 100, 770-784, July/1988
- [2] Patel, P., University of Western Ontario, priv. Mitteilung Oktober 2011
- [3] Juza, K., et al., Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 107, 403-411, 1994
- [4] Koubsky, P., et al., A&A, 328, 551-564, 1997
- [5] Harmanec, P., Hvar Obs. Bull. 7, 55, 1983

Ernst Pollmann, Emil-Nolde-Str. 12, 51375 Leverkusen
Ferenc Puskas, Komádi, Ungarn

2. Helligkeitsmessungen mit der Digitalkamera an γ Cas



Gamma γ Cas lässt sich sehr gut mit einer Digitalkamera photometrieren. Derzeit verwende ich eine digitale Spiegelreflexkamera (DSLR) Canon 450D. Mit einem Objektiv Blende 1:2,8 bei einer Brennweite 35mm wird die Kamera auf ein Fotostativ montiert und so oft als möglich eine Aufnahmeserie mit 10 oder mehr Bildern gemacht (Abb. 1).

Abb. 1: Die Kamera auf Fotostativ

Die Entfernung am Objektiv wird manuell auf 3 Meter eingestellt. Dadurch wird das Sternfeld etwas unscharf abgebildet und es kommt zu keiner Überbelichtung. Als Belichtungszeit wählte ich früher 8 Sekunden, jetzt verwende ich 13 Sekunden -- dadurch steigt die Qualität der Messungen etwas an.

Die Empfindlichkeit der Kamera stelle ich auf ISO 400 ein. Die Aufnahmen werden im RAW Format (nicht JPG) aufgezeichnet. Die Auswertung erfolgt mit dem Programm AIP4WIN das dem Buch von Richard Berry und Jim Burnell [1] beiliegt. Jeweils 3

Aufnahmen werden aufeinander zentriert und gemittelt und danach der Grünkanal des Farbbilds herausgezogen.

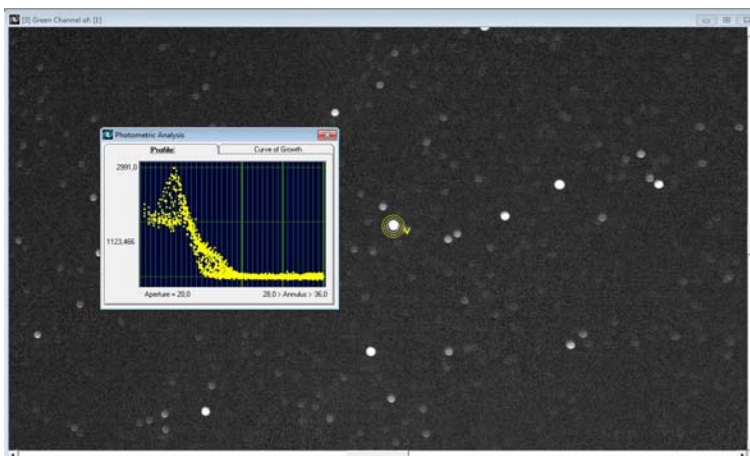


Abb. 2: Auswertung des Grünkanals einer gemittelten Aufnahmenserie. Die Photometrie-Blende wird groß genug gewählt damit das gesamte unscharfe Sternbild erfasst wird.

Als Vergleichssterne werden die hellen Sterne der Kassiopeia verwendet:

| Stern | Markierung | V | B-V | Typ | Band | Mag von | Mag bis | Periode [d] |
|----------------|------------|------|-------|-------|------|---------|---------|-------------|
| γ Cas | V | | -0,15 | GCAS | V | 1,6 | 3,0 | |
| α Cas | C1 | 2,23 | 1,17 | CST | V | 2,20 | 2,27 | |
| β Cas | C2 | 2,27 | 0,34 | DSCTC | V | 2,25 | 2,31 | 0,1043 |
| δ Cas | C3 | 2,68 | 0,13 | EA | V | 2,68 | 2,76 | 759 |
| ϵ Cas | C4 | 3,38 | -0,15 | NSV | V | 3,35 | 3,38 | |
| ζ Cas | C5 | 3,66 | -0,20 | NSV | V | 3,59 | 3,68 | |
| κ Cas | C6 | 4,16 | 0,14 | ACYG | B | 4,22 | 4,30 | |
| η Cas | C7 | 3,44 | 0,57 | RS | H | 3,58 | 3,63 | |



Abb. 3: γ Cas und die benutzten Vergleichssterne.

Die Auswertung erfolgt mit den Tabellenkalkulationsblättern von Thomas Karlsson [2] bzw. der AAVSO (Citizensky Projekt) [3] mit denen eine Transformation der instrumentellen Grünhelligkeiten auf Johnson V möglich ist. Mit beiden habe ich gute Erfahrungen gemacht.

Da einige der Vergleichssterne um mehrere Hundertstel Größenklassen veränderlich sind bzw. der Veränderlichkeit verdächtig werden, tragen sie sicherlich zur Streuung der Lichtkurve bei. Mit und ohne β Cas als Vergleichssterne erhielt ich z.B. Differenzen bis zu 0,014mag (im Mittel 0,007mag) in der Helligkeit von γ Cas. Da γ Cas so hell ist (im Mittel 2,12 +/- 0,04 mag über alle Beobachtungen 2010-2011) und die Linearität der Digitalkamera durch den begrenzten Dynamikumfang auf etwa 3 Größenklassen begrenzt ist [4], gibt es kaum Alternativen zu den benutzten Vergleichssternen.

Aus den 10 oder mehr Aufnahmen eines Abends werden Mittelwerte gebildet. Bis Mai 2011 benutzte ich eine Digitalkamera Canon Powershot G3 für die Aufnahmen. Damit erhielt ich eine mittlere Standardabweichung von 0,029mag für die Messungen eines Abends. Die größere Objektivöffnung und bessere Chip und Elektronik der Canon 450D liefern deutlich bessere Ergebnisse: die mittlere Standardabweichung für die Messungen eines Abends ist auf 0,016mag zurückgegangen.

Gamma Cassiopeiae Jul.2010-Dez.2011
DSLR Kamera Grünhelligkeit transformiert auf Johnson V. Beobachter: Wolfgang Vollmann, Wien

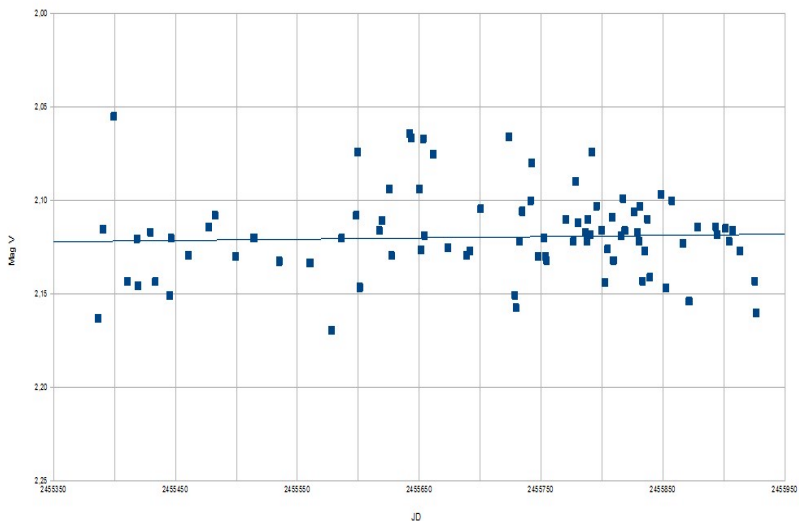


Abb. 4: Lichtkurve von γ Cas Juli 2010 bis Nov.2011.

Literatur:

- [1] Richard Berry und Jim Burnell: The Handbook of Astronomical Image Processing. Willmann-Bell, Richmond, VA, USA, 2006.
- [2] Thomas Karlsson: <http://www.citizensky.org/teams/dslr-documentation-and-reduction/new-spreadsheet-automatic-calculation-tc-and-k>
- [3] <http://www.citizensky.org/teams/dslr-documentation-and-reduction>
- [4] J.E.Hoot: Photometry with DSLR Cameras. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2007SASS...26...67H>

Wolfgang Vollmann, Dammäckergasse 28/D1/20, A-1210 Wien.
mailto:vollmann@gmx.at