

## 2025-Kampagne VV Cep, ein Zwischenbericht

Ernst Pollmann

Beobachtungen, die vier Jahre nach dem Ende der Bedeckung im Dezember 2018 durchgeführt wurden, zeigten [1], dass die gesamte  $H\alpha$ -Äquivalentbreite (EW) während der Bedeckung eine deutlich geringere Amplitude aufwies als die in späteren Zeiten außerhalb der Bedeckung gemessenen EW. Dies deutet auf eine partielle Finsternis hin, bei der die Emission entlang der oberen Polarachse des B-Sterns sichtbar bleibt, während die Scheibe vollständig vom M-Stern verdeckt wird. Das von Pollmann & Bennett [1] vorgeschlagene Modell stützt diese Interpretation und zeigt, dass die während der Bedeckung beobachtete verbleibende  $H\alpha$ -Emission ausschließlich der Emission der oberen Polarachse des B-Sterns (V-Emission im Doppelpeakprofil) zugeschrieben werden kann.

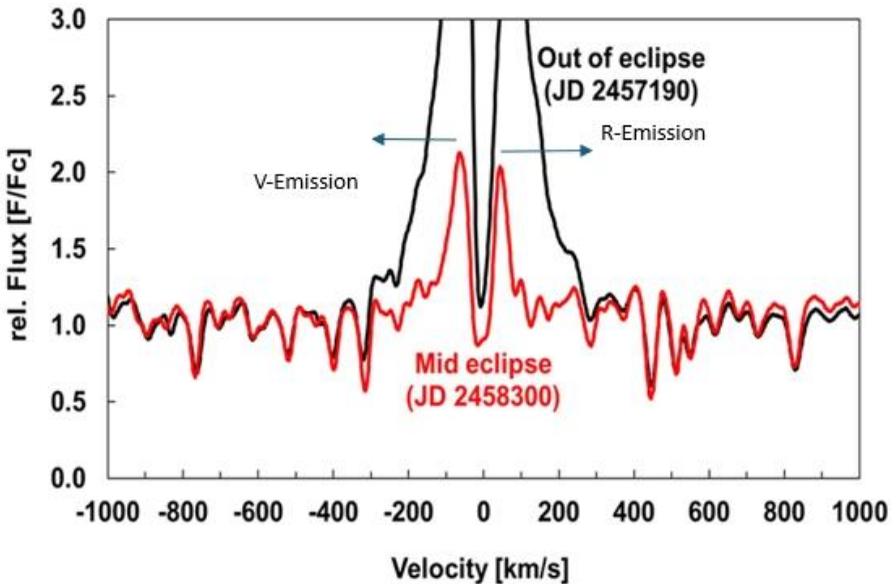


Abb. 1: Das  $H\alpha$ -Doppelpeakprofil während und außerhalb der Bedeckung

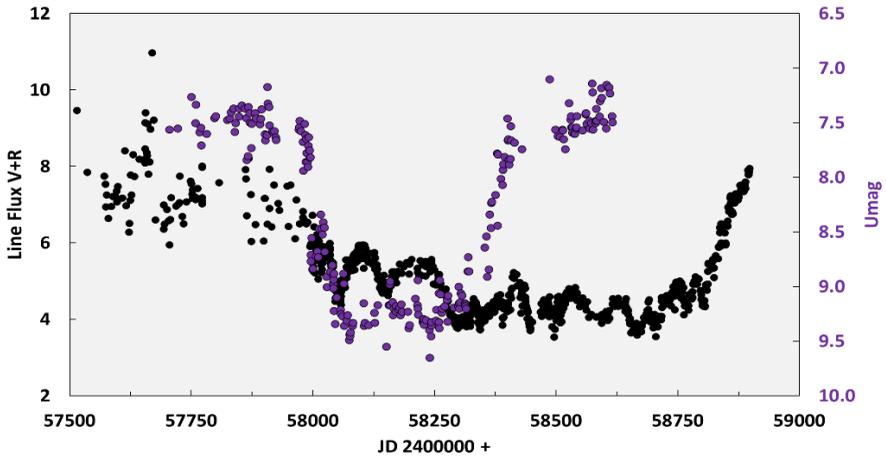


Abb. 2: V&R-Linienflussmessungen und  $U_{\text{mag}}$ -Daten (H. Braunwarth, BAV) während der totalen Bedeckung

Flussmessungen der V-Emission der oberen Polarachse des B-Sterns sowie der UV-Fluss während der Bedeckung zeigen, dass das U-Band hauptsächlich von der Emission des B-Sterns dominiert wird. Während der totalen Bedeckung zeigen  $U_{\text{mag}}$ -Helligkeitsdaten (Braunwarth, BAV) ein nahezu vollständiges Verschwinden des UV-Flusses des B-Sterns und seiner Akkretionsscheibe, bedingt durch die Bedeckung durch den M-Stern.

Aufgrund der Kopplung der Emissionsquellen mit der Rotationsachse des B-Sterns (die sich in Beobachtersicht weit über den Durchmesser des Überriesen hinaus erstrecken), legen die beobachteten kurzperiodischen Oszillationen der Äquivalentbreite EW und Radialgeschwindigkeit RV (siehe Abb. 3), insbesondere der obere Polaremission (V-Peak) folgende Hypothese nahe: diese nutationsähnlichen Oszillationen der Rotationsachse könnten durch nicht-radiale Pulsationen ( $\sim 50$  Tage) des B-Sterns ausgelöst werden, wie von Baldinelli [2] vorgeschlagen worden ist.

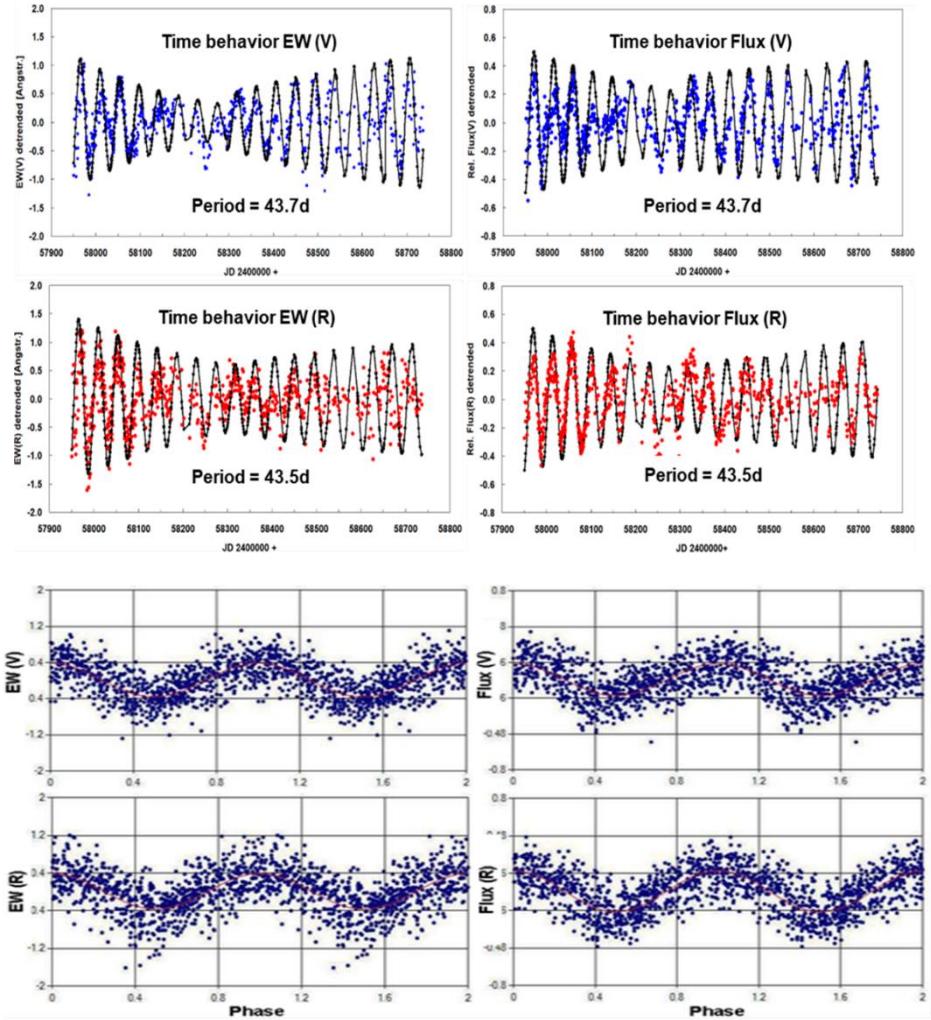


Abb.3: Kurzperiodische Oszillationen der EW (links) und des Linienfluss (rechts) der V-Komponente (oben) und der R-Komponente (unten)

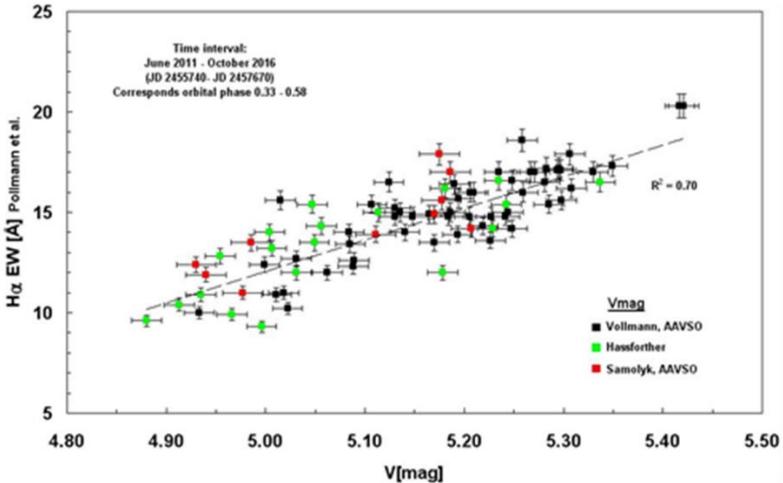


Abb. 4: Reziproke Korrelation von EW & zeitgleichem Vmag (photometrisch) von 01/2014 bis 10/2016

Obwohl diese Beziehung an Be-Sterne erinnert, Harmanec [3], muss der Ursprung bei VV Cep ein anderer sein, da der Großteil des kontinuierlichen Flusses im visuellen Spektralbereich vom M-Überriesen stammt ( $V \approx 5,0$ ). Der B-Stern mit einer Helligkeit von etwa 7 mag kann die beobachtete H $\alpha$ -Emission nicht erklären.

Dies weist stark darauf hin, dass die photometrische Variabilität intrinsisch ist und durch halb-regelmäßige Pulsationen des M-Sterns verursacht wird. In diesem Fall muss der variable H $\alpha$ -Emissionsfluss eine Folge der Pulsationen des M-Sterns sein, Hayasaka [4]. Die Pulsationsperioden und die photometrischen Amplituden der Variabilität ähneln stark denen halbregelmäßiger Pulsationen später Überriesen. Sie variieren auf Zeitskalen von etwa 150 Tagen. Eine Vmag-Periodenanalyse von JD 2458800 bis JD 2459970 (Abb. 5) mit einer Periode von 155 Tagen, bestätigt diese photometrische Variabilität von VV Cep.

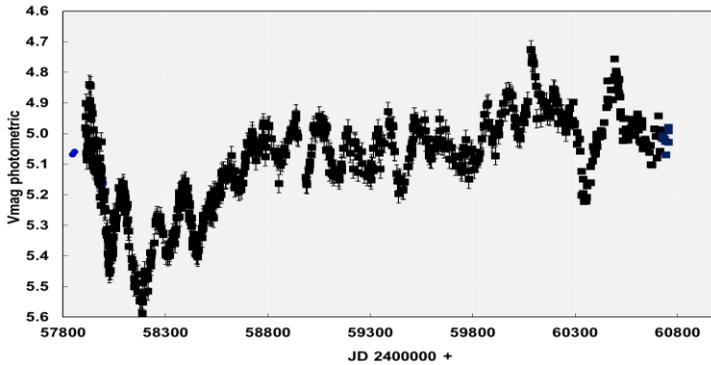


Abb.: 5 Photometrische Vmag-Daten von W. Vollmann (BAV)

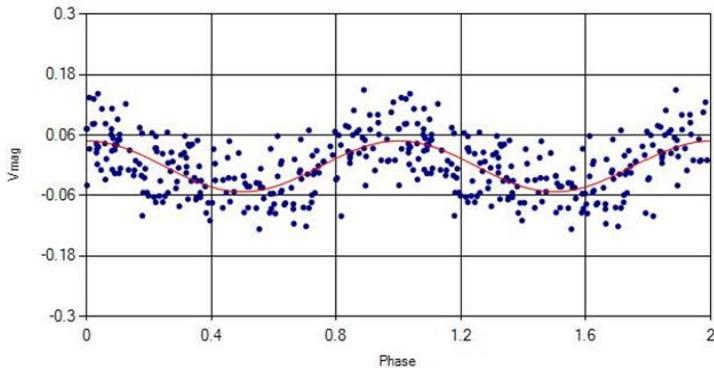
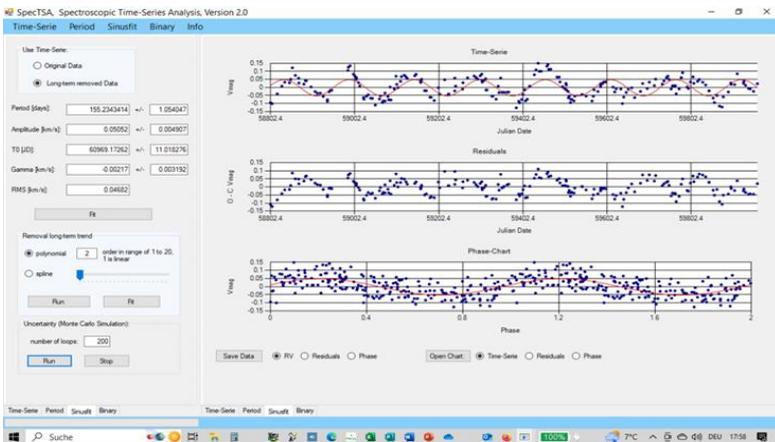


Abb. 6: Periodenanalyse (oben) und Phasenplot (unten) der vom Langzeittrend bereinigten Daten Periode = 155 Tage ( $\pm 1$ )

Schwingungen der EW und RV (wie bereits in Abb. 3 gezeigt) der oberen Polarachse des B-Sterns weisen Perioden von 42-43 Tagen auf, die der Nutationsoszillation des Sterns zugeordnet werden können.

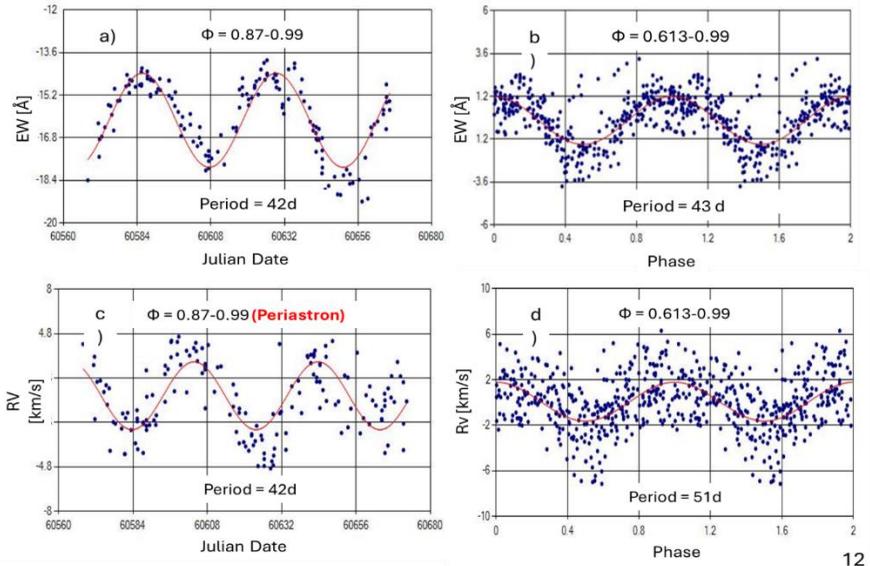


Abb. 7: Nutationsoszillation der EW und RV (siehe auch Abb. 3) der oberen Polarachse des B-Sterns

Orbitale Phase 0.613 – 0.99	Orbitale Phase 0.87 – 0.99
EW = 43 d	EW = 42 d
RV = 51 d	RV = 42 d

Tab.: Periodizität von RV und EW der Emission der oberen Polarachse vor und während des Periastrons

Die hier beschriebenen kurzzeitigen Schwingungen entsprechen den Nutationsbewegungen des B-Sterns und können sich verstärken, wenn der Begleiter das Periastron durchläuft. Während der Periastronphase bewirkt der gravitative Einfluss des M-Sterns offenbar eine Verkürzung der RV-Periode der Emission aus der oberen Polarachse des B-Sterns von 51 auf 42 Tage (vgl. Tabelle). Dieses Verhalten wird auch in zukünftigen Umlaufphasen weiterhin zu beobachten sein.

Das Langzeitmonitoring der Radialgeschwindigkeit RV der oberen Polachsenemission (V-Emission) des B-Sterns zeigt Abbildung 8

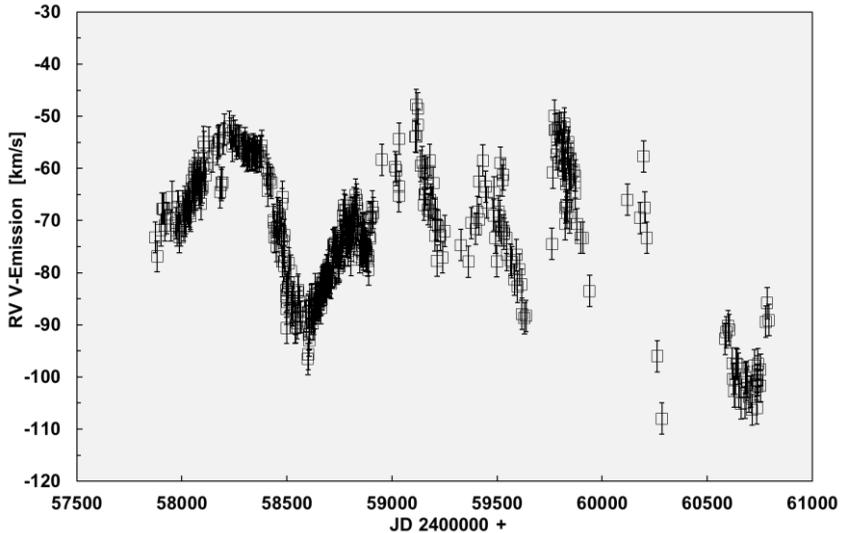


Abb.8: Wegen der Wellenlängenkalibrierung der Spektren mit bekannten Metalllinien des M-Sterns, versteht sich diese Geschwindigkeit relativ zum M-Stern.

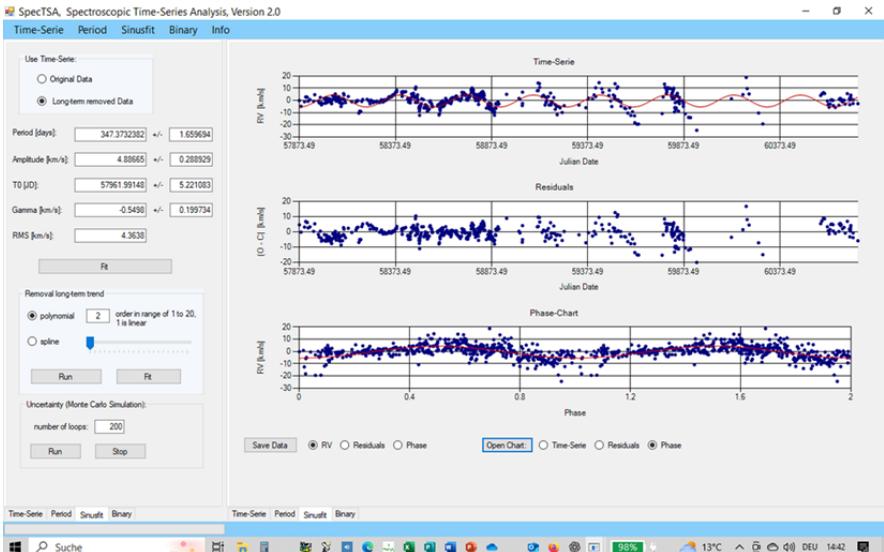


Abb.9: Periodenanalyse der Langzeit-RV der oberen Polrachsen-Emission (Langzeittrend bereinigt); Periode = 348 d ( $\pm 1.7$ )  $T_0 = 2457962$

Diese Radialgeschwindigkeit der Rotationsachse des B-Sterns entspricht der Präzessionsperiode des Sterns von 348d.

Nähert sich das System VV Cep dem Periastron, dem Punkt, in dem die Bewegungsrichtung der Sterne senkrecht zur Sichtlinie des Beobachters liegt (reine Tangentialbewegung), erreicht die dopplerinduzierte Wellenlängendispersion der blauen Emission ( $V$ ) in Beobachtersicht ein Minimum ( $\Delta\lambda_{\min} = \text{FWHM}_{\min}$ ) (Abb. 10).

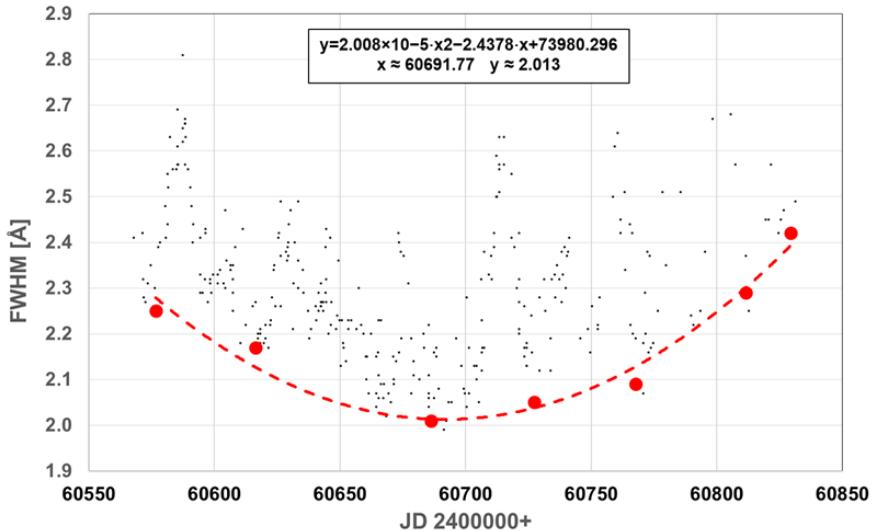


Abb. 10: Die Periastron Zeit ermittelt sich aus der parabolischen Approximation der FWHM zu JD 2460692 (42d Nutationsperiode eliminiert)

Die internationale Zusammenarbeit im Rahmen der Kampagne 2025 verfolgte im Wesentlichen das Ziel, die spektroskopischen Parameter Äquivalentbreite (EW) und Radialgeschwindigkeit (RV) von VV Cep sowie deren Verhalten während der Periastronphase der Umlaufbahn systematisch zu erfassen. Dieses Ziel wurde bis zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Manuskripts weitgehend erreicht, wemngleich auch zukünftige orbitale Phasen im Rahmen dieser Kooperation weiterhin Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen sein werden.

#### Referenzen

- [1] Pollmann, E., Bennett, P., JAAVSO Volume 48, 2020
- [2] Bardinelli, L., Ghedini, S., and Marmi, S. 1979, Inf. Bull. Var. Stars, No. 1675, 1
- [3] Harmanec, P., Bulletin of the Astronomical Institutes of Czechoslovakia, Bd. 31, S. 144.
- [4] Hayasaka et al., Tokyo Astronomical Bulletin, 2. Serie, Nr. 247, 1977)
- [5] Graczyk, D., Mikolajewski, M., Janowski, J. L., IBVS 4679