

Korrelation von H α - und He6678 Emissionsaktivität im Be-Stern γ Cas ?

Langzeitmonitorings mit Zeitspannen von Jahren bis hin zu Jahrzehnten sind und bleiben eine der stärksten Domänen der Amateur-Astrospektroskopie. Insbesondere bei Be-Sternen sind Phänomene, wie etwa das periodische Verhalten des sog. V/R-Verhältnisses oder auch der Äquivalentbreite (EW) der H α -Emission, bei einigen prominenten Objekten, wie etwa ζ Tau, 28 Tau, δ Sco, π Aqr (um nur einige zu nennen) nicht zuletzt durch die beharrliche Beobachtungskontinuität einzelner Beobachter oder auch ganzer Beobachtergruppen in der Amateur-astronomie aufgedeckt worden. Dies trifft im Besonderen für den Stern γ Cas zu, dem Prototyp der Be-Sternklasse (siehe Tab.). Dessen H α -EW-Langzeitverhalten, wie auch das der He6678-Linie ist in diesem Sinne vom Verfasser bereits in [1] und [2] publiziert worden.

Tab.: Basisparameter von γ Cas (aus [3])

| | |
|-----------------------------|--|
| Spektraltyp | B0.5 IVe |
| Effektivtemperatur | 300000 K |
| Masse | 16 Sonnenmassen |
| Radius | 10 Sonnenradien |
| Stellarer Winkeldurchmesser | 0.45 mas |
| Leuchtkraft | 3.5×10^4 Sonnenleuchtkraft |
| $V \sin i$ | 230 kms^{-1} |
| Inklinationswinkel | 45° |
| Dichte der Photosphäre | $2.0 \times 10^{-11} \text{ gcm}^{-3}$ |

Mit dem inzwischen vorliegende Datenmaterial aus Langzeit-Beobachtungskampagnen eines internationalen Konsortiums von Amateur-Astrospektroskopikern wird in diesem Beitrag der Frage nachgegangen, inwieweit die Emissionsaktivitäten in den Entstehungsgebieten von H α und He6678 in der Sternhülle korreliert sind. Während die H α -Emission als Entstehungsgebiet das gesamte Volumen der Be-Sternhülle um den Zentralstern repräsentiert, ist die He6678 emittierende Region sehr viel näher bzw. dichter an der Oberfläche des Zentralsterns angesiedelt. Außerdem ist die He6678-Emission eine der wenigen, nicht von Wasserstoff herrührenden Linien im optischen Spektrum, die stark genug ist, um nicht vom benachbarten Kontinuum überlagert zu werden. Dank der interferrometrischen Untersuchungen von Stee et al. [3, 4] werden heute die H α -emittierenden Regionen mit 18 Sternradien und die des He6678 mit 2.3 Sternradien angegeben (siehe Abb. 1).

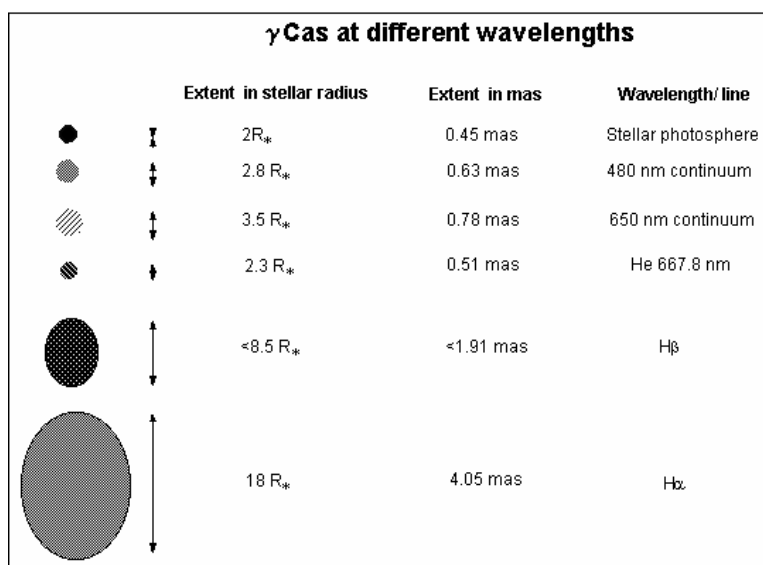


Abb. 1: Eine schematische Ansicht von γ Cas als Funktion der Wellenlänge (aus [4]). Diese wellenlängenabhängigen Formen sind Projektionen auf die Himmelsebene, die unter der Annahme (begründeter) Funktionen von Hüllensymmetrie, Abplattung und Neigungswinkel gebildet wurden.

Die vom erwähnten Konsortium gewonnenen $H\alpha$ - und He6678-Linienspektren sind im Zeitbereich des hier vorgestellten Monitorings durchweg mit Spaltspektrographen und spektralen Auflösungen $R = \lambda/\Delta\lambda$ von etwa 10000-20000 aufgenommen worden. Jeweils ein $H\alpha$ - und He6678-Beispielspektrum zeigt Abb. 2.

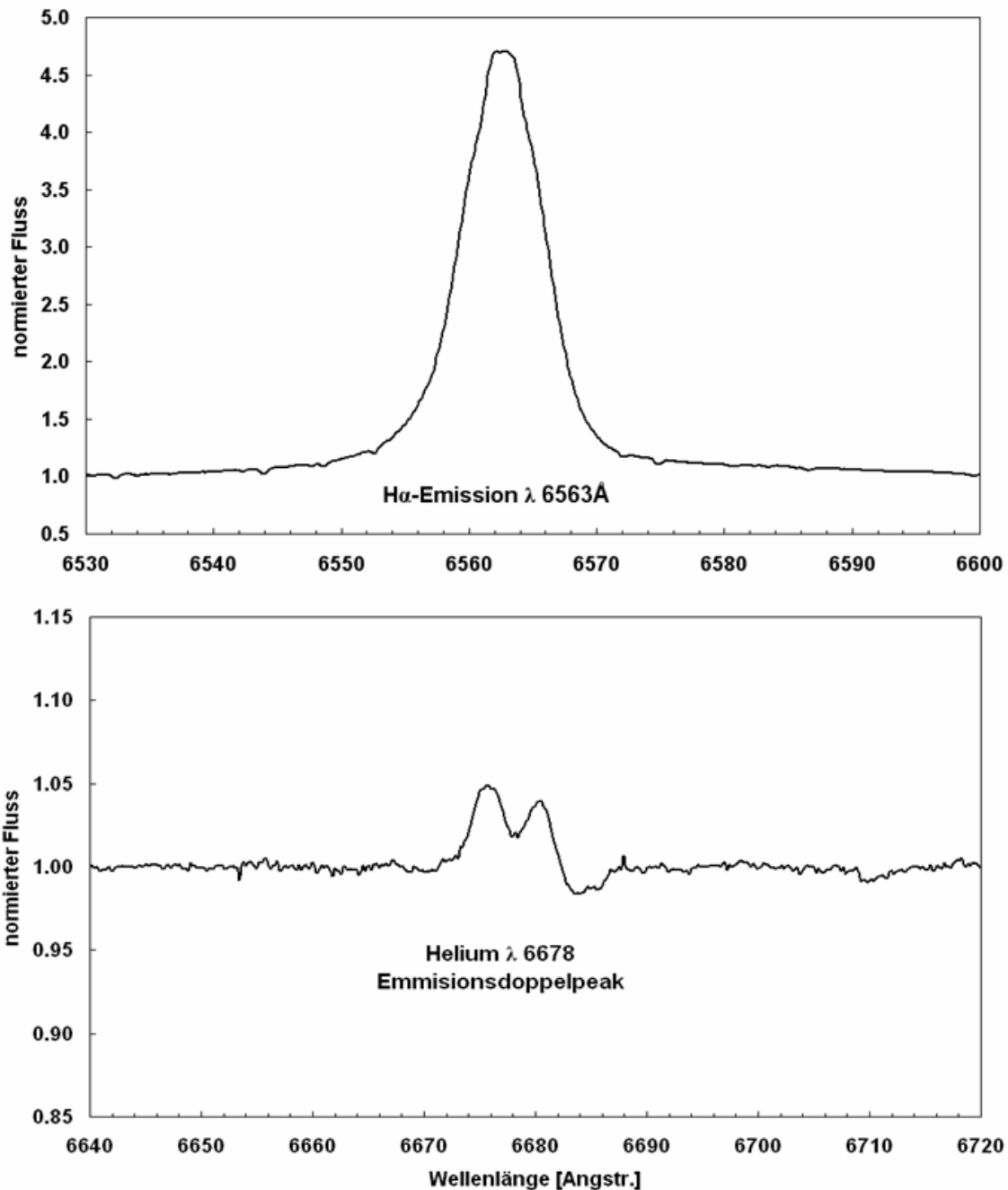


Abb. 2: $H\alpha$ - und He6678-Beispielspektren mit spektraler Auflösung $R = 18000$

Das in Abb. 3 vorgestellte Langzeitmonitoring beschreibt den Zeitraum vom 13. April 2003 bis zum 24. Dezember 2011 (JD 2452743 – JD 2455920). Die EW für $H\alpha$ und He6678 ist einheitlich in den spektralen Abschnitten von 6530-6600 Å bzw. 6670-6685 Å ermittelt worden, wobei die Messunsicherheit für eine Einzelmessung in einer Nacht bei $H\alpha$ ca. $\pm 2\%$ und bei He6678 ca. $\pm 5\%$ betrug. Die He6678-EW ist bis auf zwei Ausnahmen als Summe der Emissionspeaks bei 6675 Å und 6680 Å angegeben

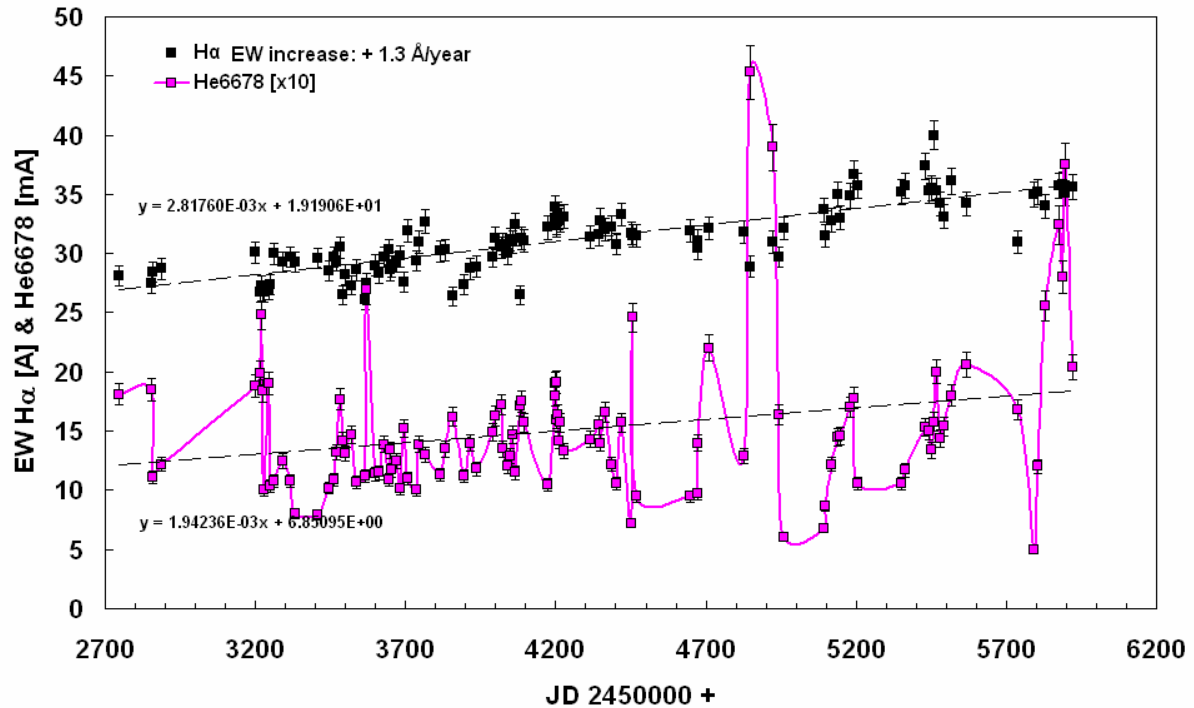


Abb. 3: Langzeitmonitoring von $H\alpha$ und He6678 in γ Cas ab 13.4.2003 bis 24.12.2011

Man erkennt sofort eine stetige Zunahme beider Emissionsbeiträge, wenngleich der Anstieg bei He6678 von mehr oder weniger starken Fluktuationen überlagert ist. Solche Fluktuationen, wie sie ausgeprägt bei JD 2454847-928 und JD 2455874-896 beobachtet wurden, sind in den He-Linienspektren von aktiven Be-Sternen im Allgemeinen mit einem Ausbruch des Be-Sterns und einem Materieübertrag in die Be-Sternscheibe verbunden (Peters [5], Smith [6, 7, 8], Pollmann [2]). Es ist bekannt, dass diese sog. exo-photosphärischen Eigenschaften, denen solche Emissionsausbrüche zugrunde liegen, nur in oberflächennahen Regionen des Be-Sterns gebildet werden können, in denen die Strahlungsanregung für die entsprechenden Atome hoch genug ist [Smith 7]. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu den Entstehungsregionen der $H\alpha$ -Emission, die über den gesamten Bereich der zirkumstellaren Sternscheibe gebildet wird und im Allgemeinen zeitlich sehr viel langsamer fluktuiert. Innerhalb des hier betrachteten Zeitraums betrug der Steigungsfaktor im Graphen der $H\alpha$ -EW 2.82×10^{-3} und für die He6678 1.94×10^{-3} .

Vergleicht man diese beiden Steigungsfaktoren miteinander, so findet man zumindest für den hier vorgestellten Zeitraum, dass die Zunahme des exo-photosphärischen Materieeintrags in die Be-Sternscheibe (mit der He6678-Emissionen als Indikator), einen Anstieg der $H\alpha$ -EW im Mittel von $1.3 \text{ \AA}/\text{Jahr}$ zur Folge hatte. Dennoch lässt sich aus diesem Befund nicht sicher ableiten, ob die individuellen Anstiege von $H\alpha$ - und He6678-EW tatsächlich in der beschriebenen Weise korreliert sind. Der hier betrachtete Zeitraum von mehr als acht Jahren ist nach Einschätzung des Verfassers für eine dahingehende Interpretation noch nicht ausreichend. Vermutlich werden noch weitere Jahre kooperierender Zusammenarbeit von Beobachtern bzw. Beobachtergruppen erforderlich sein, um zu gesicherteren Aussagen zu kommen.

Beobachter des Konsortiums:

R. Bücke, P. Fossanelli, Th. Garrel, J. Guaro, Th. Blank, P. Debreuil, St. Charbonnel,
H. Kalbermatten, Ch. Netzel, E. Pollmann

Referenzen:

- [1] Pollmann, E., Be-Star-Newsletter, 32, 1997
- [2] Pollmann, E., Be-Star-Newsletter, 39, 2009
- [3] Stee, Ph., Araujo, F.X., Vakili, F., et al. 1995, A&A, 300, 219
- [4] Stee, Ph. Vakili, F., Bonneau, D., Mourard, D., 1998, A&A, 332, 268
- [5] Peters, G. J., ApJ, 301, L61-65, 1986
- [6] Smith, M. A., ApJS, 71, 357, 1989
- [7] Smith, M. A., ApJ, 442, 812, 1995
- [8] Smith. M. A., Peters, G. J, C. A., Grady, ApJ, 367, 302, 1991

Ernst Pollmann