

Beobachtung des Be-Sterns Gamma Cassiopeia von 2005 bis 2020

Seit dem Jahr 2005 beobachte ich die Äquivalentbreite (EW) und die Radialgeschwindigkeit (RV) der $H\alpha$ -Emissionslinie. In diesem Zeitraum konnte ich an 271 Tagen Messwerte ermitteln, womit eine gute Abdeckung des gesamten Zeitraums - mit Ausnahme des Jahres 2010 gegeben ist.

Die Spektren wurden bis August 2018 mit dem 8"-Dobson-Teleskop und seitdem mit dem 18"-Dobson-Teleskop (siehe unter Ausrüstung) aufgenommen. Die Belichtungszeiten der Einzelaufnahmen haben sich mit der stärkeren Optik um den Faktor 4 bis 5 verkürzt und betragen jetzt 16 - 20 Sekunden. In der Regel nehme ich 5 bis 8 Wiederholungsmessungen vor, die jeweils von einem Kalibrierspektrum (Ne-Spektrum) vor und nach der Aufnahme des Spektrums flankiert werden. Die hierdurch stark verkürzte Integrationszeit gegenüber einem Summenspektrum über den gesamten Beobachtungszeitraum ermöglicht eine wesentlich höhere Genauigkeit der RV-Messungen, da zeitliche Instabilitäten, wie z. B. Temperaturschwankungen, stark reduziert werden. Die Streuung (Standardabweichung) der Wiederholungsaufnahmen ist ausnahmslos kleiner $\pm 0,75$ km/s und beträgt durchschnittlich $\pm 0,25$ km/s.

Der Spektrograph hat eine Auflösung von 1,9 Ångström. Diese Auflösung ist für die Untersuchung der Feinstruktur der $H\alpha$ -Linie zu gering, genügt aber für die Messung der EW.

Auswertung der EW-Messungen:

Die EW-Werte steigen seit Beginn der Beobachtungen kontinuierlich von -31 Ångström bis gegenwärtig ca. -48 Ångström an, wobei es ab Mai 2020 noch einmal zu einem rapiden Anstieg gekommen ist (Abb. 1).

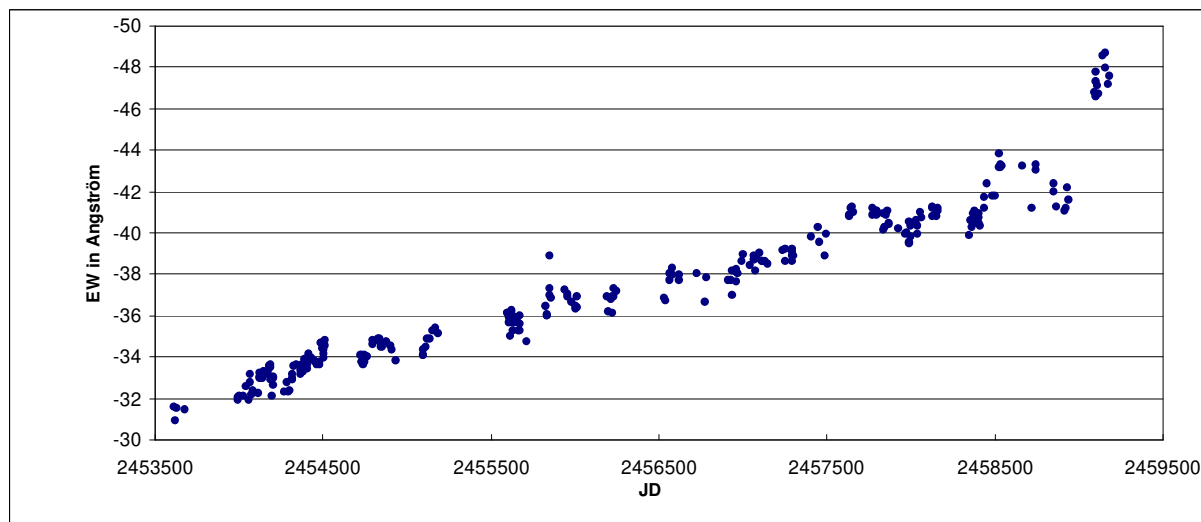


Abb. 1: EW- Messwerte.

Auswertung der RV-Messungen:

Die Auswertung der Spektren zur RV-Bestimmung erfolgte mit der "Mirroring Method", die ich in mein Programm HRV-MM implementiert habe (siehe unter Software), ab einer relativen Intensität der $H\alpha$ -Linie von 1,3. Eine erste Periodenanalyse mit PDM ergab eine Periodendauer von 203,65 Tagen (Abb. 2).

Mit dieser Periode wurde ein Sinusfit an die Messwerte vorgenommen (Abb. 3). Es zeigen sich teilweise große Abweichungen der Messwerte von der errechneten sinusförmigen Periode. Der RMS beträgt 3,01 km/s und ist damit signifikant größer als die Unsicherheit der einzelnen Messwerte. Eine genauere Analyse ergibt, dass diese Abweichungen tatsächlich nicht mit einer normalverteilten Streuung sondern mit langsameren Änderungen der Radialgeschwindigkeit zu erklären sind. Ein an die Residuen angelegter Ausgleichsspline zeigt dies deutlich (Abb. 4). Insbesondere der Zeitabschnitt nach dem JD=2458500 weist besonders

große Abweichungen auf. In der Veröffentlichung von J. Nemravová et. al. (2012) [1] weisen die präsentierten Messwerte ebenfalls solche "long-term" Abweichungen in der gleichen Größenordnung von bis zu 20 km/s auf. Sie werden in dieser Arbeit mit Variationen in der Dichte und/oder der Ausdehnung der zirkumstellaren Scheibe erklärt.

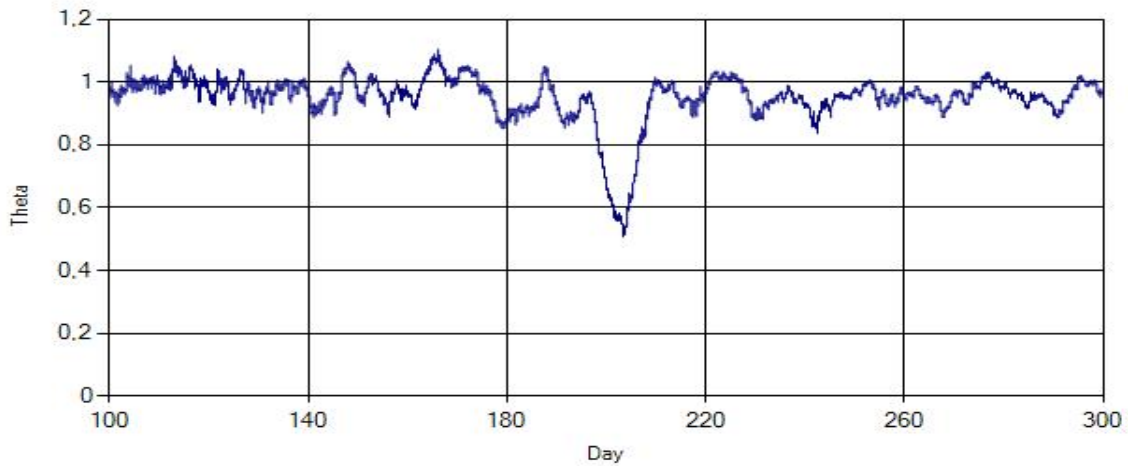


Abb. 2: Die Periodenanalyse mit der Methode PDM (Phase Dispersion Minimization) ergibt eine Periodendauer von 203,65 Tagen.

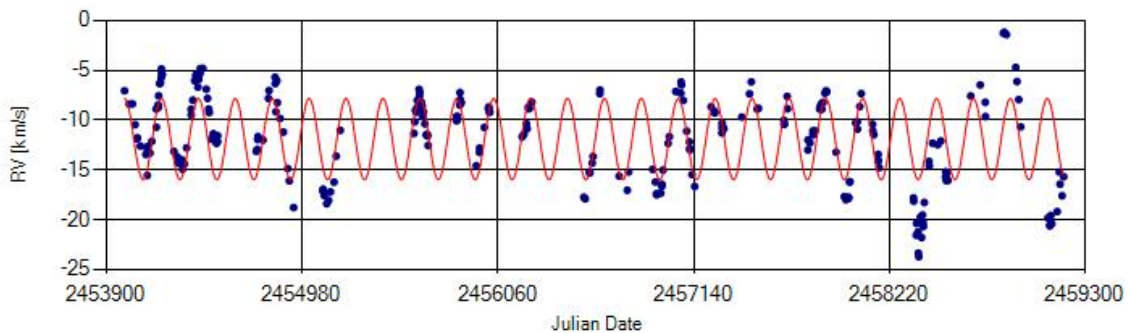


Abb. 3: Messwerte mit Sinusfit der 203,65-Tage-Periode.

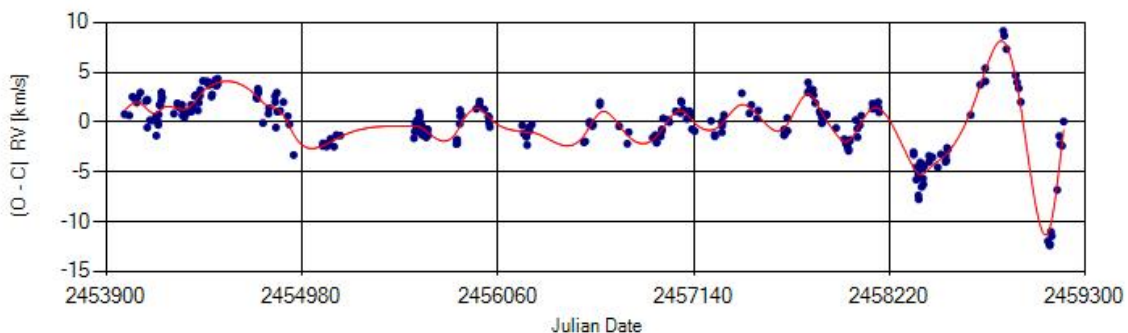


Abb. 4: Residuen des Sinusfit von Abb. 3.

Die Schwankungen der RV in Abb. 4 können aus den Messwerten herausgerechnet werden, so dass man nach einer erneuten Periodenanalyse eine wesentlich bessere Anpassung an die Messwerte mit einem verbleibenden $\text{RMS} = 0,78 \text{ km/s}$ erhält. Die neue Periodenbestimmung ergibt folgende Werte:

Periode P:	203,52 Tage
Amplitude K_1 :	4,05 km/s
Exzentrizität e:	0
RMS:	0,78 km/s

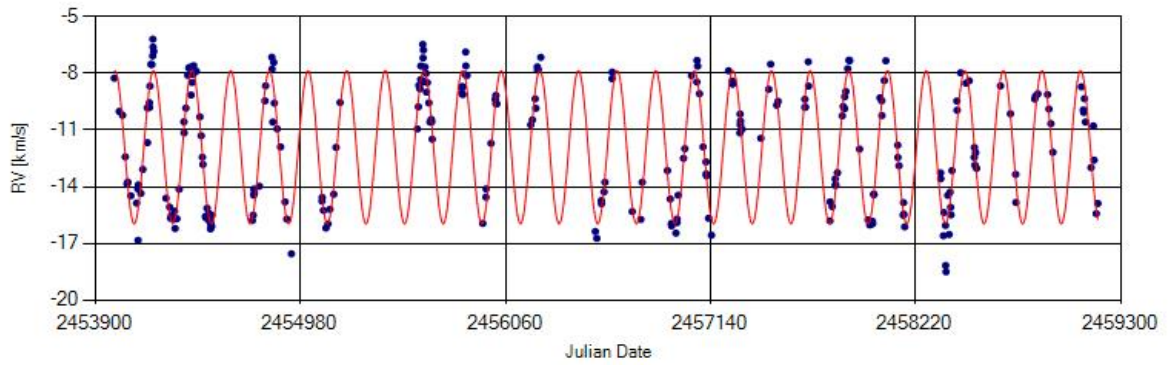


Abb.5: Die Messwerte nach dem Eliminieren der "long-term" Schwankungen ergeben eine 203,52-Tage-Periode.

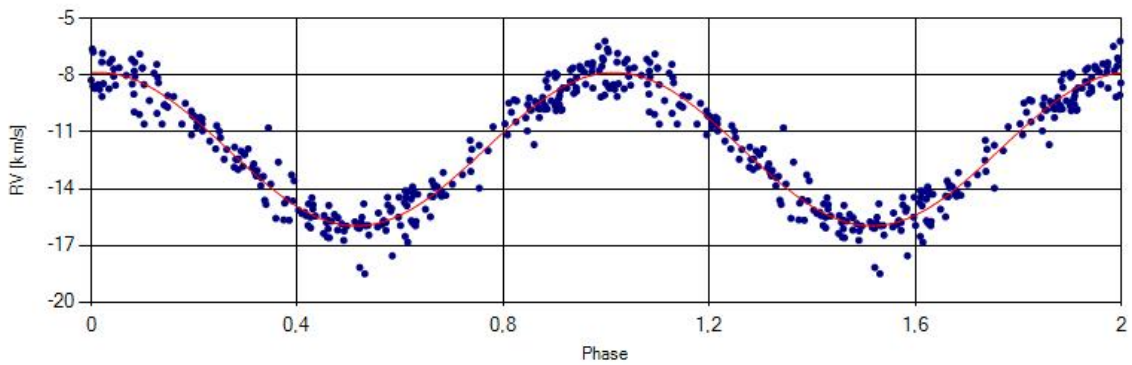


Abb. 6: Phasendiagramm der 203,52-Tage-Periode.

Literatur

- [1] J. Nemravová, P. Harmanec, P. Koubský, A. Miroshnichenko, S. Yang, M. Šlechta, C. Buil, D. Korčáková and V. Votruba: Properties and nature of Be stars, 29. Orbital and long-term spectral variations of γ Cassiopeiæ, A&A 537, A59 (2012)